

Ensino de ciências e biologia e a formação para a cidadania no contexto do colapso ambiental: o que, para quem e como ensinar?

RESUMO

Francine Lopes Pinhão

francinepinha@gmail.com

orcid.org/0000-0001-5409-5082

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), São Gonçalo, Rio de Janeiro, Brasil

Luís Fernando Marques Dorville

ldorville@gmail.com

orcid.org/0000-0002-7146-3761

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), São Gonçalo, Rio de Janeiro, Brasil

Leonardo Kaplan

leonardokaplan@gmail.com

orcid.org/0000-0002-6853-6683

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

O ensaio problematiza o ensino de ciências e biologia no contexto do colapso ambiental, com base em três questões centrais: “Para quem ensinamos?”, “O que ensinamos?” e “Como ensinamos?”. As respostas a essas questões são construídas a partir de dois pressupostos principais: a materialidade dos sujeitos envolvidos nos processos de ensino e o caráter histórico e dialético dos processos sociais e naturais. Nesse sentido, defendemos que: (i) o ensino de ciências e biologia deve considerar os sujeitos da educação, suas condições concretas de existência e os projetos de sociedade e cidadania em disputa; (ii) a interface entre saúde e ambiente deve ser explorada como um elemento de contextualização, superando abordagens reducionistas e holísticas; (iii) uma articulação entre a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) e o ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), fundamentada no Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS), é uma poderosa ferramenta para transformar o ensino, não apenas como um processo instrucional, mas também como um espaço de formação de cidadãos críticos e conscientes das dinâmicas sociais e ambientais. Com isso, buscamos fornecer subsídios para uma reflexão crítica e atualizada sobre essas questões, contribuindo com a construção de práticas educativas no campo do ensino de ciências alinhadas a correntes progressistas.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Científica; Educação para a cidadania; Ciência e Tecnologia; Pedagogia Histórico-Crítica.

Science and biology teaching and training for citizenship in the context of the environmental collapse: who, what, and how do we teach?

ABSTRACT

This essay discusses Science and Biology teaching in the context of the environmental collapse, based on three key questions: “Who do we teach?”, “What do we teach?”, and “How do we teach?”. The answers to these questions are based on two main assumptions: the materiality of the subjects involved in the teaching process and the historical and dialectical nature of social and natural processes. Therefore, we argue that: (i) Science and Biology teaching should consider the people involved in education, their concrete conditions of existence, and societal and citizenship projects in dispute; (ii) the health-environment interface should be examined as an element of contextualization, overcoming reductionist and holistic approaches; and (iii) a link between Historical-Critical Pedagogy (HCP) and Science, Technology and Society (STS) teaching, based on the Latin American Thinking on Science, Technology and Society (PLACTS), is a powerful tool for transforming teaching, not only as an instructional process, but also as a space for training critical citizens who are aware of the social and environmental dynamics. Thus, we aim to provide support for a critical and up-to-date reflection on these issues, contributing to the construction of educational practices in science teaching aligned with progressive movements

KEYWORDS: Scientific Education; Education for citizenship; Science and Technology; Historical-Critical Pedagogy.

INTRODUÇÃO

O agravamento da crise ambiental, chegando ao ponto de ser caracterizado como um estágio de colapso ambiental (Marques, 2023), bem como o avanço do negacionismo científico e do obscurantismo, tornaram fundamental que essas questões se façam presentes no campo do ensino de ciências e biologia. A questão ambiental, ou seja, a relação sociedade-natureza, vem sendo debatida a partir da segunda metade do século XX na agenda política internacional, tendo em vista a ocorrência cada vez mais frequente e intensa de diversos problemas ambientais ao redor do mundo, como o desmatamento acelerado de florestas, a poluição dos corpos hídricos, o acesso extremamente desigual à água potável, o empobrecimento e desertificação dos solos, a qualidade cada vez mais nociva do ar nos grandes centros urbanos, o descarte do lixo, o aquecimento global e as mudanças climáticas. Na formação inicial de professores de ciências e biologia, Fisch e Schnorr (2024) destacaram a centralidade da discussão sobre a associação entre degradação ambiental e aparecimento de novas epidemias.

Diante desse cenário, este ensaio tem como objetivo problematizar a abordagem do ensino de ciências e biologia a partir de três questões fundamentais: “para quem ensinar?”, “o que ensinar?” e “como ensinar?”. Para responder a cada uma, serão considerados os seguintes pressupostos: a materialidade dos sujeitos envolvidos nos processos de ensino e o caráter histórico e dialético dos processos sociais e naturais. Reconhecendo os limites de um ensaio para esgotar tais questões, propomos o seguinte percurso: inicialmente, respondemos à pergunta “para quem ensinar?”, discutindo as demandas de formação para a cidadania e os sentidos deste termo que circulam na atualidade, inclusive aqueles propagados pelo senso comum e por fake news, como a noção de “cidadão de bem” (Costa, 2021). Argumentamos que o ensino de ciências, diante do contexto sociopolítico atual, precisa considerar quem são os sujeitos da educação, suas condições concretas de existência e os projetos de sociedade que estão em disputa. Essa reflexão é fundamental para tensionar os sentidos hegemônicos de cidadania em nossa sociedade, frequentemente associados à exclusão, ao autoritarismo e à negação de direitos.

Na sequência, discutimos a pergunta “o que ensinar?” a partir da interface entre os conceitos de saúde e ambiente, como elemento de contextualização no ensino de ciências. Defendemos que esses conceitos devem ser trabalhados de forma crítica e dialética, considerando as demandas contemporâneas e os desafios impostos pelo colapso ambiental (Marques, 2023). Isso implica não apenas selecionar temas relevantes, mas também problematizar aspectos epistemológicos e os modos de ensino, de forma a contribuir para a construção de uma formação científica comprometida com a justiça social e ambiental.

Por fim, abordamos a questão “como ensinar?”, articulando dois referenciais teóricos – a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) e o Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS). Entendemos que esses referenciais oferecem caminhos promissores para o desenvolvimento de práticas pedagógicas que articulem conteúdo e realidade social, promovendo a formação de sujeitos capazes de analisar criticamente a estrutura social na qual estão inseridos e de criar possibilidades reais para sua transformação.

Ao destacar essas três questões centrais, não visamos a apresentar abordagens prescritivas, mas sim a oferecer subsídios para uma reflexão crítica e atualizada, contribuindo com a construção de práticas educativas no campo do ensino de ciências que estejam alinhadas à transformação social e à consolidação de uma cidadania crítica.

“PARA QUEM ENSINAR?”: AS DEMANDAS DE FORMAÇÃO PARA A CIDADANIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Os professores de ciências, desde os anos iniciais do ensino fundamental, encontram em suas rotinas de trabalho o grande desafio de tornar os conteúdos científicos mais conectados às questões sociais que permeiam a vida dos seus alunos, em particular aqueles de instituições públicas de ensino. Estes são em sua maioria oriundos das periferias das grandes metrópoles, sendo marcados pela desigualdade no acesso seja à informação, à variedade de equipamentos culturais e de lazer, ao conhecimento científico ou à própria experiência de vida nas cidades. Tais limitações restringem as possibilidades de ampliação do repertório explicativo de mundo, dominado em grande parte por instituições religiosas que apresentam visões marcadas pelo sectarismo, moralismo e ascetismo contracultural das agremiações pentecostais (Mariano, 2008). Esse acesso desigual resulta em limitações para a familiaridade com que esses alunos circulam por diferentes espaços, imprimindo-lhes um *habitus* com marcas das disposições incorporadas por agentes que ocupam determinadas posições no espaço social (Bourdieu, 1990).

Nesse sentido, uma visão pouco qualificada e abstrata do que é cidadania no Brasil não apresenta potencial real de transformação das práticas de ensino de ciências. Essa articulação entre o ensino de ciências e as questões sociais deve ser sempre feita sem perder de vista as duas outras questões – o que ensinamos e como ensinamos –, separadas apenas para fins de organização do texto, já que as três se atravessam. Desse modo, faz-se necessário relacionar, com coerência, o conteúdo a ser ensinado à realidade tanto do professor como trabalhador quanto de seus alunos, além de ponderar as condições materiais do ambiente onde ocorre a prática social.

Posicionar o trabalho docente a partir das condições concretas em que ele ocorre nos leva a considerar que invariavelmente este se caracteriza pelo encontro com outras pessoas marcadas pela desigualdade. Sendo assim, possuímos um duplo desafio como professores, seja no ensino superior seja na educação básica: um desafio epistemológico e outro ontológico. O primeiro diz respeito ao modo como compreendemos a produção do conhecimento científico, seus critérios de validação e, por consequência, as possibilidades e limites de articulação entre conhecimentos epistemologicamente distintos. Já o segundo compreende a reflexão sobre a dimensão humana por meio da categoria trabalho, aqui circunscrita no contexto do trabalho docente e na sua relação com os alunos.

Essa articulação entre as dimensões epistemológica e ontológica do trabalho docente não é realizada sem riscos e percalços. Em determinados momentos, um dos polos pode ser enfatizado excessivamente em detrimento do outro. Há abordagens, por exemplo, em que predominam propostas científicas, apresentando, ingenuamente, a ciência como uma atividade neutra, objetiva,

imune às relações de poder, que desvenda o real e ignora o diálogo com a realidade dos alunos, além das perspectivas realistas críticas dentro da própria filosofia da ciência. E há aquelas em que se destacam interpretações culturalistas e pós-modernas que, em algumas de suas vertentes, chegam a tensionar a própria possibilidade de demarcação mínima da natureza da atividade científica (Haack, 2023), franqueando o campo de ensino de ciências e biologia a todas as explicações, independentemente do seu real potencial explicativo e de seus procedimentos metodológicos e contextos de produção e circulação. Por vezes, a ampliação dos participantes deste campo se traduz na defesa da incorporação ao ensino de ciências e biologia de explicações em que se fazem presentes componentes religiosos, mágicos, teleológicos, vitalistas e animistas. A oposição a esse tipo de inclusão não significa ignorar a importância de abordagens dialógicas em sala de aula e de um ambiente em que diferentes pontos de vista discutem sua relação com o conhecimento científico, mas sim a defesa de que, como destacado por El-Hani e Bandeira (2008), o objetivo de criar alunos com fortes habilidades críticas será mais provável se os educarmos para serem pluralistas e não relativistas radicais.

Em relação ao desafio ontológico da prática docente, a tarefa de construir sentido entre o conteúdo específico e a vida dos estudantes não se soluciona a partir de uma abordagem individualista do processo de ensino-aprendizagem, mas sim levando em conta os sujeitos concretos, a partir dos aspectos estruturais que organizam sua vida em sociedade, mediada pelo modo de produção capitalista, e da posição que ocupam no interior da mesma. Nesse sentido, autores ligados à Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) vêm apontando para a diferença entre o aluno empírico e o aluno concreto, “isto é, o indivíduo que lhe cabe educar sintetiza em si as relações sociais próprias da sociedade em que vive e em que se dá o processo de sua educação (Saviani, 2019, p. 183)”. O mesmo vale para o professor, que deve ser entendido como um trabalhador produzido a partir das relações estabelecidas no âmbito da prática social global e da sua prática específica.

Nessa perspectiva, cabe considerar as condições de trabalho docente cada vez mais precarizadas, tendo como formas mais visíveis a crescente desvalorização salarial, os contratos temporários, os professores eventuais (sem vínculo empregatício com o Estado, recebendo somente por aulas ministradas), além da terceirização, pejotização e uberização como novas formas de precarização do trabalho docente (Silva, 2020). Aliado a isso, no caso dos professores de ciências e biologia, vale adicionar as insuficientes condições de trabalho em termos de infraestrutura escolar. Chama atenção, sobretudo, a ausência de laboratórios, a maioria em más condições. Segundo Brasil (2020), esses espaços estão presentes em apenas 12,5% do total de escolas (8,6% das públicas, sendo 95,7% destas federais, e 28,3% das privadas). Destaquem-se, também, a insuficiência de materiais para o ensino de ciências, presentes em apenas 15,1% do total de escolas (11,5% das públicas, sendo 59,6% destas federais, 7,7% das municipais e 29,4% das privadas), e a falta de verbas públicas para saídas de campo, como a ida a museus de ciências. Apenas 11,5% da população brasileira entre 16 e 70 anos visitou um museu em 2022 (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos [CGEE], 2024). Desse modo, a prática social docente não está desvinculada das características da sociedade, mais especificamente, das condições materiais da vida no Brasil, que contribuem para a construção de certo sentido de cidadania, resultante “da forte urbanização, fragmentação territorial e das enormes desigualdades socioespaciais

que marcam a vulnerabilidade e os processos de vulnerabilização socioambiental e inúmeros problemas de saúde, um fenômeno latino-americano” (Porto et al., 2015, p.527). Sendo assim, torna-se potente discutir a cidadania no ensino de ciências e biologia com a finalidade de problematizar o sentido da pergunta “para quem ensinar?”.

Trata-se de um cenário que permite compreender o agravamento da crise ambiental como resultado de dois fatores: (1) um modo de produção que encontra em uma de suas bases um discurso tecnocientífico acrítico, que associa linearmente ciência a progresso, sem discutir as bases desse progresso, o modelo que fundamenta a produção científica, a estrutura da sociedade que o sustenta e seus principais beneficiários; (2) o próprio avanço do negacionismo e da relativização da importância das explicações produzidas pela ciência.

Nesse contexto, que nos impõe a inadiável necessidade de transformar as relações produtivas que estruturam nossa organização social, o que significa ser cidadão ou formar para a cidadania? O processo produtivo ao qual estamos submetidos não se limita à cadeia de montagem das fábricas, mas também à maneira como nos relacionamos uns com os outros, com a vida em seu sentido mais amplo e com a nossa constituição como seres humanos. Sendo assim, os conceitos de cidadania, mais especificamente aqueles ligados à formação para a cidadania, devem considerar as contradições do sistema capitalista em lugar da noção de cidadania restrita a direitos formais e participação institucional, comum na tradição liberal.

FORMAR PARA QUAL CIDADANIA?

O conceito de cidadania varia conforme o modelo político-econômico adotado por uma sociedade, existindo, portanto, um tipo de cidadão para cada tipo de sociedade (Bobbio, 2010). No liberalismo clássico, a cidadania é definida como um conjunto de direitos individuais em que o Estado atua apenas para garantir a liberdade de ação dos indivíduos, sem interferir em seus interesses econômicos, promovendo uma racionalidade atomista que, embora formalmente igualitária, mantém as desigualdades existentes (Rodrigues et al., 2015). Esse modelo legitima a desigualdade e a exploração características do capitalismo, preservando as hierarquias e monopólios do sistema, sendo efetivamente acessível apenas a um grupo restrito de indivíduos com poder para impor seus interesses nas relações sociais.

Tal concepção se encontra próxima do conceito de senso comum de cidadania, o qual é compreendido apenas como um conjunto de direitos e deveres. É comum escutarmos a expressão “todo mundo quer ter direitos, mas não deveres”, como se a cidadania fosse definida somente por um conjunto de regras que determinariam quem é ou não é considerado cidadão. Atualmente, há uma fissura nessa ideia, segundo a qual alguns cidadãos não cumprem seus deveres e outros sim – e estes seriam os “cidadãos de bem”, mercedores de direitos. Ao reforçar essa separação, a categoria “cidadão de bem” contribui para a consolidação da visão liberal de cidadania, caracterizada pelo foco nos direitos individuais em detrimento dos direitos sociais, tais como moradia, saúde e educação. Como consequência, secundarizam-se as desigualdades e atribui-se à cidadania uma visão meritocrática que coloca em risco a compreensão de

cidadania como direito fundamental. É nesse sentido que Galeano (2002), em seu artigo intitulado “Nem direitos nem humanos”, critica o senso comum liberal difundido na Declaração Universal dos Direitos Humanos.

Essas estratégias discursivas de cunho ideológico são difundidas na sociedade brasileira contemporânea com a finalidade de romper com o sentido universal da categoria cidadão, abrindo a possibilidade de exclusão de determinados grupos e reforçando estereótipos e a hierarquização das pessoas em relação à cidadania. São discursos que apresentam, portanto, uma dimensão dupla. Por um lado, herdado do conceito liberal de cidadania sua interpretação como um bem comum, franqueado a todos os membros da sociedade, contribuindo assim com a mistificação da natureza justa do contrato social democrático liberal; por outro lado, legitimam abertamente o que no conceito de cidadania liberal é ocultado, isto é, a exclusão de parcela significativa da sociedade. Como essa exclusão deliberada se concretiza muitas vezes na forma de uma política de eliminação física de parte da população, tal ação não pode contar com uma justificativa legal para ocorrer no Estado de Direito, mas acaba por invadir o discurso de senso comum. Ou seja, por meio de estratégias ideológicas que operam a partir da rejeição dos consensos científicos estabelecidos e da mobilização discursiva política e/ou religiosa, que caracterizam o negacionismo científico (Vilela & Selles, 2020), é produzida uma interpretação simplificada e distorcida das relações sociais existentes. Tendo em vista a ampla repercussão e circulação dessas ideias na sociedade contemporânea, não podemos desconsiderar seu impacto na subjetividade dos nossos estudantes e o risco da construção de uma autoimagem distorcida por tais ideias (Costa, 2021).

Para pensarmos a cidadania sem incorrer no erro de vinculação direta e linear com a escolarização ou com seus conteúdos, aderindo a uma visão de cidadania liberal clássica, podemos nos apoiar na reflexão proposta por Freire:

Às vezes penso que se fala em cidadania como se fosse um conceito, muito abstrato, com certa força mágica, como se, quando a palavra cidadania fosse pronunciada, automaticamente, todos a ganhassem. Como se fosse um presente que políticos e educadores dessem ao povo. Não é isso. É preciso deixar claro que a cidadania é uma produção, uma criação política (Freire, 2004, p. 127).

Quando falamos em formar para a cidadania, por vezes, desconsideramos o fato de os estudantes já serem cidadãos, pois estão vivendo em uma sociedade mediada por processos políticos, econômicos, sociais e culturais. Esses processos organizam os valores e crenças que circulam e nos posicionam tanto no que diz respeito aos direitos garantidos em lei, quanto em relação àqueles que são ou não garantidos, dependendo da classe, raça, gênero, sexualidade ou etnia em questão. Essa perspectiva reducionista de cidadania pode e deve ser elemento de problematização em nossas práticas, tanto na educação básica quanto na educação superior, pois é desenvolvendo a consciência crítica acerca dessa criação política que poderemos superá-la.

O conceito de cidadania se encontra atrelado a diferentes representações de democracia; sendo assim, pressupõe a existência de relações verticais, entre Estado-cidadão, e horizontais, entre cidadão-cidadão. Cada modelo de democracia apresenta variações dessas relações, derivando-se delas modelos de cidadania que oscilam entre o modelo liberal clássico e abordagens mais progressistas, que

asseguram uma participação efetiva de grupos sociais mais amplos na sociedade. Tal variedade implica uma tomada de posição de professores e pesquisadores da área de ensino de ciências, ao enunciarmos a formação para a cidadania como o objetivo central do nosso campo de atuação. Assim, é importante levar em conta os sentidos de cidadania presentes nos pressupostos que sustentam as diferentes concepções pedagógicas, sejam elas críticas ou não críticas (Saviani, 2008).

Desse modo, em relação à cidadania e à educação, buscamos em Arroyo (2010) argumentos para rever a relação linear utópica entre esse binômio conceitual, a partir dos seguintes aspectos: (i) reflexão sobre a história a partir de uma perspectiva não evolucionista, a fim de desmistificar o sucesso do empreendimento capitalista e dar visibilidade às contradições que sustentam a desigualdade social; (ii) desvinculação da associação direta entre níveis de escolarização e níveis de participação política para a transformação social; (iii) ponderação do “peso dado ao saber e à educação no destino dos indivíduos e das classes” (Arroyo, 2010, p. 81), considerando a existência de espaços de formação política que estão além da escola, como, por exemplo, os movimentos sociais (ibidem, 2010). De maneira geral, rever o binômio cidadania e educação significa situá-lo no mundo concreto e romper com alguns discursos pedagógicos baseados na formação para o bom convívio social, pois o processo contínuo de tornar-se cidadão é conflituoso, pouco harmonioso e desigual.

A opção por uma relação dialética entre cidadania e educação, proposta neste ensaio, encontra sua justificativa política na resposta à pergunta que fizemos sobre quem são nossos alunos. Em sua maioria, eles se caracterizam pela posse limitada de capitais econômico e cultural, o que resulta em um repertório restrito de possibilidades de escolha (religiosa, cultural, habitacional, laboral, de acesso à informação etc.). Tal posicionamento, em uma sociedade de classes marcada por profundas desigualdades socioeconômicas, resulta de um compromisso com um processo de transformação das estruturas que reproduzem as condições de vida dos alunos. A noção de educação para a cidadania, nessa perspectiva, não está ancorada em um modelo abstrato e genérico de cidadão e sociedade, mas sim a partir do aluno encarado como um sujeito concreto, cuja posição é o resultado dos aspectos estruturais que organizam a sociedade. Ignorar ou secundarizar a discussão sobre a materialidade em que vive boa parte dos alunos significa colaborar com o silenciamento das condições que contribuem de diversas maneiras para manter suas posições e reproduzi-las. Assim, o papel da escolarização na formação do cidadão não se esgota na transmissão em si de conceitos e conteúdos desinteressados, mas no emprego destes para uma compreensão não naturalizada da própria situação e das condições concretas de alguma alteração da realidade.

Essa noção de cidadania se coaduna com a defesa de uma concepção de ensino distanciada de modelos que defendem uma educação diferenciada da classe trabalhadora, voltada unicamente para a formação técnica voltado ao mundo do trabalho. Em contraponto, o ensino de ciências deve assegurar o acesso dos membros das classes populares aos conteúdos que viabilizem a compreensão e o posicionamento crítico diante dos desdobramentos das inovações tecnológicas para o mundo do trabalho e do papel, muitas vezes desempenhado pela ciência, de flexibilização da produção, maximização de acúmulo de capital e degradação ambiental. Ao mesmo tempo, tal concepção de ensino de ciências deve ser capaz

de escapar de maniqueísmos ingênuos em relação à ciência, entendendo-a como um campo de disputas capaz de exercer uma reflexividade contínua sobre os conhecimentos produzidos no seu interior (Bourdieu, 2024). Como resultado, a atividade científica tem a capacidade de (i) formular críticas sobre si própria e de produzir respostas capazes de subsidiar movimentos de insurgência e modelos alternativos de produção (como a agroecologia); (ii) desqualificar explicações supremacistas supostamente baseadas na biologia; (iii) desenvolver tecnologias reparadoras da poluição; (iv) subsidiar a elaboração de políticas públicas que assegurem a manutenção da qualidade ambiental; (v) regulamentar condições de trabalho que resguardem a saúde dos trabalhadores.

Tendo em vista a reflexividade como elemento constitutivo da produção de conhecimento científico, o pesquisador deve ser comprometido com a justiça social e a emancipação humana, superando a razão instrumental (Bourdieu, 2024). Em concordância com essa visão e com a concepção bourdieusiana da atividade científica como um campo de disputas, adotamos uma perspectiva materialista, dialética e histórica da ciência para a compreensão dos fenômenos e processos naturais, voltada para a defesa de uma determinada visão de ciência e seu ensino. Uma consequência desse posicionamento para o ensino de ciências e biologia para a formação para a cidadania, no contexto do colapso ambiental (Marques, 2023), é o tratamento dialético dos temas saúde e ambiente.

“O QUE ENSINAR?”: OS TEMAS SAÚDE E AMBIENTE COMO POTENCIAIS PARA A FORMAÇÃO PARA A CIDADANIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

A saúde e o ambiente estão profundamente interligados. Questões como poluição, acesso a recursos naturais, alimentação de qualidade e boas condições de vida impactam diretamente a saúde das populações. Por sua vez, a cidadania se manifesta na garantia de acesso tanto ao conhecimento para atuação na sociedade quanto a espaços democráticos para o exercício da autonomia das pessoas. O processo de desenvolvimento da criticidade dos estudantes em relação à estrutura social em que se encontram inseridos, marcada pela produção científica e tecnológica, é essencial para a construção política da cidadania no contexto das aulas de ciências e biologia. Nesse sentido, quando defendemos uma formação científica que viabilize a participação para a promoção de políticas de saúde coletiva e preservação ambiental, não podemos desconsiderar as reais condições da prática social em que atuamos. Dadas as características desiguais da sociedade e, mais especificamente, das condições materiais da vida no Brasil, as propostas pautadas nesses objetivos não são facilmente desenvolvidas nas instituições públicas de educação e enfrentam inúmeros desafios que não se limitam aos acontecimentos no interior dos muros da escola ou da universidade.

A industrialização e a urbanização trouxeram questões ambientais que geraram novas abordagens sobre a saúde, principalmente em relação à parcela menos favorecida da população, composta majoritariamente por pessoas negras, que ocupam as zonas de sacrifício (Bullard, 2005). Assim, qualquer debate aprofundado sobre a relação entre saúde, ambiente e cidadania exige considerar as condições reais de acesso à qualidade de vida, o que vai além de discussões que se esgotem nos conteúdos das áreas específicas e inclui questões sociais e políticas (Rios, 2020). Nessa abordagem integrada, podemos compreender dialeticamente

as relações entre saúde e ambiente; separadamente, a análise falha, de maneira evidente, em revelar a complexidade do tema.

Tendo em vista que vivemos um momento da história caracterizado pelo colapso ambiental (Marques, 2023) com ampliação da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, as questões de saúde e ambiente estão assumindo centralidade no campo do ensino de ciências e biologia, com o objetivo de contextualizar o conhecimento científico e de aproximar os conteúdos de referência das questões sociais. Essa preferência temática foi evidenciada por Högström et al. (2024), ao revisarem a literatura sobre questões sociocientíficas no ensino de ciências em diversas bases de dados internacionais, nas quais identificaram 157 artigos sobre práticas em escolas de ensino fundamental e médio que abordavam dois principais temas: meio ambiente e desenvolvimento sustentável e saúde e tecnologia.

Na pesquisa de doutorado intitulada “Inter-relação saúde e ambiente na escola brasileira: uma revisão sistemática de literatura em dissertações e teses de 2013 a 2022”, Rocha (2023) analisou 17 dissertações e uma tese, chegando à conclusão de que apenas sete realizavam realmente tal inter-relação, sendo as mais exitosas aquelas baseadas em um conceito amplo de saúde. A autora esclarece que articular saúde e ambiente no escolar não se faz com facilidade em função dos aspectos estruturais e organizacionais das instituições e, também, da utilização de conceitos que não viabilizam a construção dessa interface de modo complexo.

Os resultados obtidos pela autora são semelhantes aos identificados em um levantamento realizado com colaboradores nos anais dos seguintes eventos: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (1999 a 2021), Encontro Nacional de Ensino de Biologia (2005 a 2022) e Encontro Nacional de Ensino de Ciências, da Saúde e do Ambiente (2005 a 2022). Nesta revisão, foram localizados 36 trabalhos que tratavam da interface saúde e ambiente no ensino de ciências. Por meio de análise de conteúdo, foi identificada uma ampla defesa da utilização conjunta dos conceitos de saúde e de ambiente, bem como da aproximação entre as áreas de ensino de ciências, educação ambiental, educação em saúde e/ou alimentar, dentre outras, como no caso do ensino de ciências articulado com princípios da agroecologia. Os textos revisados indicam o potencial dos temas e dos campos da educação mencionados para tornar o ensino de ciências e biologia mais voltado para a formação cidadã. No entanto, não evidenciam os aspectos teóricos e práticos que viabilizaram tal potencial, dando ênfase a um ou a outro conceito na maioria dos casos (Viana & Pinhão, 2025).

Essas revisões demonstram que, apesar da ênfase na utilização dos temas saúde e ambiente como elementos de contextualização com potencial para formação para a cidadania, essa articulação não se dá de modo simplista, sendo insuficiente para a promoção de práticas que visem à formação crítica para a efetiva participação política dos estudantes. Em vista disso, consideramos importante demarcar conceitualmente a relação entre saúde e ambiente a partir da perspectiva dialética, propondo a ruptura com modelos explicativos exclusivamente biomédicos e ecológicos, bem como a problematização da cisão entre ser humano e natureza/organismo e ambiente presente nas abordagens positivistas.

A saúde e o ambiente se constituem como par conceitual importante para revermos a dicotomia homem-natureza e adotarmos uma postura dialética em relação aos aspectos biológicos e sociais presentes no processo saúde-doença. De acordo com Monken *et al.* (2008), pelo menos três aspectos tornam esse par fundamental: (1) ênfase na saúde pública; (2) contraposição ao determinismo biológico e ao modelo econômico industrial, que promovem o afastamento da natureza; (3) crescente demanda de movimentos sociais por medidas de proteção ambiental que preservem a humanidade. Na mesma linha de argumentação, os estudos de Wallace (2020) têm indicado que diversas pandemias e epidemias recentes têm suas origens na destruição dos ecossistemas promovida pelo modelo produtivo do agronegócio.

No tratamento dessa relação entre os temas, observa-se uma oscilação, no que diz respeito à abordagem epistemológica, entre holismo e causalidade, seja a multicausalidade ou a unicausalidade. A causalidade é um traço da ciência moderna que, conforme aponta Lewontin (2000), guarda forte vínculo com o rearranjo social forjado pelo capitalismo industrial, caracterizado pela sociedade atomizada cuja visão de natureza é reducionista. O pensamento reducionista apoia-se na ideia de que o todo pode ser compreendido apenas pelo estudo de suas partes individuais. O todo seria resultado das partes, assim como a sociedade passa a ser compreendida como o produto da competição entre indivíduos. Essa concepção de sociedade e os pressupostos que a organizam também se rebatem na constituição da ciência moderna, cuja virada está na “clara distinção entre causa e efeito” (Lewontin, 2000, p.16).

Essa distinção proporciona uma compreensão da relação entre organismo e ambiente, assim como entre homem e natureza, a partir da alienação do organismo em relação ao mundo exterior que o influencia, resultando na criação de um ambiente interno e um ambiente externo separados. Como afirma Lewontin (2000, p. 16), “as causas são internas e externas, e não há dependência mútua entre elas”. O mesmo autor observa que, na biologia moderna, os seres vivos são percebidos como organismos determinados por seus genes, levando à ideia de que podemos entender o ser humano plenamente a partir do seu mapeamento genético. Essa visão atomista do mundo, segundo a qual o ambiente interno determina exclusivamente nossas ações sobre o ambiente externo, foi tão internalizada que praticamente não se questiona a separação entre ser humano e ambiente. O mundo passa assim a ser descrito pela existência de um meio interno, moldado pelos genes, e de um meio externo, que age sobre essa base genética, não apenas selecionando ou eliminando indivíduos, mas também condicionando o modo como a genética se expressa.

Frente ao determinismo genético e à unicausalidade, surgem correntes teóricas que defendem uma visão do ambiente como um todo indissociável, retornando ao pensamento holístico medieval por meio da hipótese de Gaia. No entanto, essa perspectiva desconsidera que, apesar da interconexão de todos os fenômenos, é possível compreendê-los a partir de partes mais ou menos isoladas, assim como das relações entre elas. Ambas as abordagens falham em apresentar alternativas que permitam encarar a crise ambiental de forma a facilitar mudanças efetivas. A solução não reside na manipulação genética ou na aplicação de técnicas isoladas, nem na visão ingênua de que existe um ambiente harmonioso e único sendo destruído pelo ser humano. Uma abordagem alternativa para entender a

relação entre organismo e ambiente é a ideia de construção dialética dessa relação, denominada construcionismo, em lugar do adaptacionismo, que, em linhas gerais, aponta para a centralidade dos genes:

(...) com o ambiente na produção do organismo em seu desenvolvimento e atividade, assim não podemos, reciprocamente, cometer o erro de dizer que os organismos enfrentam um mundo exterior autônomo. O ambiente influencia os organismos apenas através da interação com seus genes. O interno e o externo estão intrinsecamente ligados entre si (Lewontin, 2000, p.128).

Em diálogo com o autor, a saúde pode ser compreendida sob uma perspectiva dialética ao considerarmos sua determinação social, estabelecendo uma articulação direta com a materialidade dos processos biológicos e sociais – isto é, entre o ambiente interno e o externo, o corpo e seu entorno. Tal abordagem desloca o foco do processo saúde-doença de fatores estritamente médicos e fisiológicos, ampliando a análise para os condicionantes que produzem a iniquidade em saúde. Não se trata de uma mera lista de aspectos, como sugerido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) por meio da noção de determinantes sociais da saúde, que explicariam a desigualdade, mas sim do reconhecimento do papel estruturante do modelo capitalista na conformação dos processos produtivos e de sua implicação direta nos processos de adoecimento coletivo (Garbois et al, 2017).

Considerando os diferentes posicionamentos epistemológicos, compreendemos que a causalidade, o holismo e a dialética são abordagens presentes na produção de conhecimento científico, mas que tratam a relação entre organismo e ambiente de maneiras distintas. Observa-se que a causalidade, baseada no determinismo biológico e genético, vem sendo o paradigma mais difundido no modo de produção do conhecimento científico, inclusive com desdobramentos para interpretações indevidas das relações sociais (Levins & Lewontin, 2022).

Essa breve exposição destaca que não há homogeneidade entre as abordagens epistemológicas da relação entre saúde e ambiente, binômio que poderá ser interpretado, portanto, por distintas orientações. Nesse sentido, avaliamos a perspectiva dialética como a mais adequada para um ensino de ciências comprometido com a formação cidadã. Os aspectos materiais da crise climática que afetam a vida de todos devem se fazer presentes na seleção de conteúdos que permitam uma articulação entre cidadania, saúde e ambiente no ensino de ciências, evidenciando as contradições que constituem as relações dialéticas entre o social e o biológico.

A simples mobilização de temas no contexto de ensino-aprendizagem significa formar para a cidadania e para a garantia de princípios democráticos? Avaliamos que, ao colocar em evidência a visão fragmentada e não relacional de aspectos urgentes do nosso cotidiano, bem como a indissociabilidade homem-natureza, a discussão epistemológica proposta neste trabalho pode viabilizar o desenvolvimento da capacidade crítica dos estudantes acerca das diferentes dimensões que estruturam um problema social. Tal proposta de revisão dos conceitos opera na função de desalienação dos alunos e pode auxiliar a construir novos olhares sobre o que ensinar. Mas não é suficiente, nem mesmo quando pensada isoladamente dos desafios atrelados ao processo de didatização e às

condições pedagógicas do trabalho. Sendo assim, coloca-se como importante a reflexão acerca de como ensinar e para quem ensinar. No que diz respeito aos estudantes, não podemos cair na falácia da relação unívoca entre escolarização e cidadania. Dito isso, estamos cientes da difícil tarefa de equacionar as diversas demandas nos contextos reais de ensino-aprendizagem e, por esse motivo, traremos alguns exemplos, não prescritivos, de conteúdos com potencial para o ensino de ciências e biologia comprometidos com a abordagem dialética entre saúde e ambiente e com a produção de processos de ensino-aprendizagem de caráter crítico-emancipatório.

CONTEÚDOS PARA UMA CIDADANIA CRÍTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

No interior do movimento ambientalista, há duas posições que se confrontam: uma crítica, que vincula esse debate a determinado modelo de sociedade e propõe sua superação, e outra reformista, que aponta para medidas paliativas visando a reformar o sistema produtivo. A primeira, do ambientalismo radical, orienta-se a partir dos dados científicos e não minimiza prognósticos sobre o problema; a segunda, do ambientalismo moderado, adota uma postura reformista ecofriendly, “a partir de mudanças de comportamento nas pequenas ações individuais” (Layrargues, 2024, p. 80), flertando, assim, com um negacionismo sutil. Como consequência, o ambientalismo moderado minimiza e naturaliza o colapso ambiental, apresentando um cenário muito mais brando do que, de fato, é. Há ainda um agrupamento antiecológico negacionista e conspiracionista climático de extrema-direita, que refuta completamente a crise ambiental. Esses dois grupos negacionistas acabam por defender o modo de produção e consumo do sistema capitalista. Segundo Layrargues (2024), talvez seja mais importante combater o negacionismo sutil, uma vez que ele é o discurso hegemônico sobre a questão ambiental, traduzido, por exemplo, pela ideologia do desenvolvimento sustentável, presente nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Unesco.

A crise ambiental em curso nos dias de hoje tem sua origem em um longo processo de separação entre sociedade e natureza. Na Modernidade, a passagem do feudalismo ao modo de produção capitalista resultou em uma ruptura metabólica entre a humanidade e a natureza. Essa ruptura se dá na medida em que se institui a propriedade privada dos meios de produção, a dependência do campo às necessidades das cidades e a prevalência do valor de troca sobre o valor de uso. Essas práticas impedem, por exemplo, o retorno de nutrientes ao solo na mesma velocidade com que são consumidos, o que é parcialmente compensado pelo uso intenso de adubos químicos, agrotóxicos e outras técnicas destinadas a elevar artificialmente a produtividade, sem respeito aos ciclos naturais. Em dado momento, sobretudo a partir dos anos 1970, chegou-se a um ponto de ultrapassagem dos limites físicos e biológicos do planeta, tendo como resultado a crise ambiental contemporânea ou, nos termos atuais, o colapso ambiental e climático (Marques, 2023).

Diversos conteúdos das ciências da natureza, em especial da biologia, podem ser trabalhados com o objetivo de permitir uma compreensão mais crítica do aluno concreto acerca dos fenômenos naturais, dos ciclos biogeoquímicos, das relações

entre os seres vivos, bem como dos ecossistemas e comunidades tomados também de forma concreta. Em outras palavras, além das dinâmicas naturais, é preciso salientar as interferências antrópicas na sociedade capitalista. Nesses moldes, a contextualização no ensino de ciências deve ser revista a partir da realidade concreta produzida pela estrutura do modo de produção capitalista, o que não se reduz à inclusão de questões do cotidiano. Assim sendo, como destaca Santos (2007), não se trata de gerar uma ligação artificial por simples exemplificação do conteúdo no cotidiano. Em vez disso, o que propomos é partir de situações problemáticas reais para buscar o conhecimento necessário para entendê-las e solucioná-las, utilizando temas relacionados aos conteúdos científicos a partir de seus aspectos sociais, econômicos, ambientais e éticos.

Nessa direção, por exemplo, os conteúdos relacionados à água podem ser apresentados por meio de uma perspectiva que incorpore o ciclo hidrológico, mas discutindo-se, também, a gestão das bacias hidrográficas e o tratamento, distribuição e direito à água potável como questões eminentemente políticas. Outros exemplos são a destruição dos biomas e ecossistemas, vinculada à expansão das fronteiras agrícolas promovidas pelas atividades do agronegócio; os impactos à natureza e à saúde humana causados pelo colonialismo químico (Bombardi, 2023); o surgimento de epidemias e pandemias em decorrência da destruição de áreas naturais pelo agronegócio.

A natureza da ciência, como um conteúdo a ser ensinado, tem sido largamente enfatizada pelo modelo de ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Mesmo reconhecendo a ciência como um empreendimento humano, que carrega as marcas do modo de produção capitalista, e como um conhecimento que contribui para a manutenção e/ou ampliação das desigualdades sociais, o CTS considera a potencialidade de suas implicações no sentido contrário. A ciência possui a capacidade de formular críticas sobre si própria e de produzir modelos e respostas científicas capazes de subsidiar movimentos de insurgência, pois está estruturada como um campo heterogêneo de forças em disputa. A ciência não deve, assim, ser confundida com os usos que podem ser feitos dela.

O modo como circunscrevemos o conteúdo a ser ensinado não deve se reduzir a apresentar exemplos de seu uso para a dominação de grupos desfavorecidos. Essa reorientação da abordagem nos permite escapar, simultaneamente, tanto da mistificação de uma ciência neutra e desinteressada quanto da visão de uma atividade que se resume a um instrumento de dominação, multiplicação dos mecanismos de acumulação de capital e degradação ambiental (Levins & Lewontin, 2022). Veja-se, por exemplo, a “recampesinização”, defendida no trabalho de Van der Ploeg (2008). Essa prática consiste em uma mudança da ênfase na produção para o fortalecimento da multifuncionalidade camponesa. Ou seja, o uso da mesma base de recursos gerando uma vasta gama de produtos e serviços diante da ameaça dos grandes impérios alimentares. Outro exemplo de diálogo entre a produção científica e os movimentos de resistência ao agronegócio é o de Almeida (1999), que trata da aliança entre profissionais das ciências agrárias e movimentos sociais do campo no sul do Brasil. Nesse contexto, confrontam-se duas compreensões distintas da agricultura: a do agronegócio e a da agricultura familiar. É também o conhecimento produzido pela ciência que analisa criticamente, em obras como as de Sauer e Balestro (2013) e Altieri (2012), o avanço da transgenia em escala global e a expansão das monoculturas para a

produção de biocombustíveis, bem como conceitos e métodos de manejo de agroecossistemas.

Um caso emblemático a ser explorado na história da ciência e seus usos sociais é o da indústria do tabaco (Oreskes & Conway, 2011). Em parceria com cientistas, construiu-se um conjunto de argumentos favoráveis à continuidade da oferta desse produto, mesmo diante das evidências dos efeitos nocivos à saúde humana, tanto pelo uso direto quanto indireto. Nessa mesma linha, a indústria alimentícia acumula diversas denúncias de alianças semelhantes com instituições de pesquisa, que operam com a finalidade de manter o mercado de alimentos ultraprocessados, a despeito das inúmeras denúncias já documentadas (Nestle, 2019).

O conhecimento de questões como essas contribui para uma visão menos simplificadora e unívoca da ciência, seja no ensino básico, na formação inicial ou na formação permanente de professores. Com isso, possibilita-se a discussão em sala de aula de questões como sustentabilidade de modos de produção; implicações do uso de transgênicos para a estrutura social do campo, para a diversidade biológica e para a saúde dos agricultores; importância da agricultura familiar para a valorização dos recursos locais, produção de alimentos de qualidade e conservação de recursos naturais.

“COMO ENSINAR?”: APROXIMAÇÕES ENTRE PHC E O ENSINO CTS

Em vista dos aspectos conjunturais apresentados, dois movimentos dentro da área do ensino nos parecem promissores para conduzir a discussão entre cidadania, ambiente e saúde: a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) e o Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS). Embora o movimento CTS apresente várias vertentes, carecendo de uma epistemologia unificadora, os principais autores sul-americanos desse movimento compartilham com a PHC uma perspectiva crítica sobre a atividade científica e sobre o modelo de sociedade que a fundamenta. Assim, faremos uma análise teórica das aproximações de ambos os referenciais, em busca de elementos ou conceitos que nos ajudem a pensar sobre a pergunta final de nosso trabalho, “como ensinar?”, relacionando-a às anteriores. Com essa finalidade, partimos do pressuposto de que os conceitos de saúde, ambiente e cidadania se apresentam como um eixo orientador para práticas de ensino de ciências engajadas com a materialidade em que se encontra estruturada a sociedade brasileira, em vez de restringir a uma abstração sobre o que significa ser cidadão. Nesse sentido, práticas significativas articuladas aos contextos podem contribuir com uma maior participação e, conseqüentemente, com julgamentos conscientes e críticos de problemáticas, visando à intervenção na tomada de decisões, objetivo de uma real participação democrática (Schwan & Santos, 2021).

Como a PHC e o ensino CTS vêm tratando das relações entre esses elementos, consideramos profícuo recuperar suas contribuições, indicando suas aproximações e distanciamentos. De acordo com Teixeira (2003), as diferenças não são suficientes para criar uma oposição entre ambos, tendo em vista que os dois tratam a educação como uma ferramenta para desenvolver contextos democráticos e emancipatórios. O autor indicou a possibilidade de articulação entre as duas propostas a partir de cinco pontos de convergência: (1) prática social; (2) objetivos educacionais; (3) metodologias de ensino; (4) conteúdos; (5) papel do

professor. Apesar das limitações da aproximação entre as perspectivas, é possível que os pontos citados auxiliem na construção da proposta de reatualização das perguntas levantadas neste texto.

A PHC, como uma teoria pedagógica contra-hegemônica, foi elaborada em contraposição às teorias pedagógicas não críticas (Pedagogia Tradicional, Pedagogia Nova e Pedagogia Tecnicista) e às teorias crítico-reprodutivistas (Teoria do Sistema de Ensino como Violência Simbólica, Teoria da Escola como Aparelho Ideológico de Estado e Teoria da Escola Dualista). Desde suas primeiras formulações, buscou superar a dicotomia entre teoria e prática, conteúdos e formas de ensino, professor e aluno. Por um lado, a Pedagogia Tradicional coloca ênfase nos conteúdos e na figura do professor, secundarizando as formas de ensino e o papel dos alunos. Por outro lado, a Pedagogia Nova e o Construtivismo (e, nas versões atuais, as metodologias ativas) deslocam a centralidade para as formas de ensino e para os alunos. Em oposição a ambas, a PHC não recai nem no conteudismo nem na defesa de métodos e técnicas inovadores como a chave para a solução dos problemas de ensino.

Com relação ao CTS, é importante diferenciá-lo da PHC pelo fato de não ser uma teoria pedagógica, mas uma corrente de pensamento que se desdobra, também, em uma perspectiva educacional. O desenvolvimento do Pensamento Latino-Americano em CTS (PLACTS) teve sua origem na Argentina, ao final da década de 1960, à época um país com grande potencial científico e tecnológico. No Brasil, as pesquisas vinculadas ao CTS tiveram início na década de 1980 – o que também ocorreu na Espanha. Os trabalhos produzidos na nesse país europeu sobre ensino CTS foram mais amplamente apropriados por pesquisadores em ensino de ciências da América Latina do que aqueles produzidos pelo PLACTS, levando a uma ausência de discussão mais ampla, neste continente, sobre políticas públicas e “capacitação em C&T para o desenvolvimento social” (Dagnino, 2014, p. 159). Apesar das variações no ensino CTS, este, de modo geral, exhibe a marca de uma ruptura com o cognitivismo e o reconhecimento dos aspectos contextuais como fundamentais para a problematização do conteúdo científico em sua relação não linear com a tecnologia e a sociedade. Para a proposta deste ensaio, porém, compreendemos que o conceito de PLACTS, presente em Dagnino et al. (1996), é o mais adequado, pois apresenta uma abordagem crítica que interpreta a ciência e a tecnologia como processos sociais profundamente vinculados a projetos políticos e às condições históricas da América Latina. Essa perspectiva se contrapõe às visões tecnocráticas e propõe uma ciência comprometida com o desenvolvimento autônomo, democrático e socialmente justo.

A PHC parte da defesa da tríade conteúdo-forma-destinatário (Saviani, 2021; Martins, 2015), impondo-se “(...) como exigência primeira no planejamento de ensino. Como tal, nenhum desses elementos isoladamente, esvaziados das conexões que os vinculam, pode, de fato, orientar o trabalho pedagógico” (Martins, 2015, p. 297). Apenas para fins de organização deste texto, separamos as questões de conteúdo, forma e destinatário.

Considerar que o papel da escola é a socialização dos conhecimentos historicamente produzidos pela humanidade em suas formas mais elaboradas, isto é, os conhecimentos científicos, filosóficos e artísticos, significa assumir que a “escola tem o papel de possibilitar o acesso das novas gerações ao mundo do saber sistematizado, metódico e científico. Ela necessita organizar processos e descobrir

formas adequadas a essa finalidade. Essa é a questão central da pedagogia escolar” (Saviani, 2021, p. 66). A seleção de conteúdos clássicos, ou seja, “aquilo que resistiu ao tempo, tendo uma validade que extrapola o momento em que foi formulado” (Saviani & Duarte, 2012, p. 31, apud Malanchen, 2016, p. 171), se mostra um critério importante. O clássico é, em si mesmo, uma unidade entre conteúdo e forma e, ao ser transformado em conteúdo escolar, pode ser trabalhado por meio de diferentes formas didáticas (Duarte, 2021, p. 109). Desse modo, a PHC não adota uma postura prescritiva, um receituário a ser seguido, abrindo possibilidades de emprego de “diferentes estratégias, técnicas e procedimentos didáticos a serem avaliados no curso do trabalho pedagógico ao relacionar pelo menos quatro elementos: quem está ensinando, quem está aprendendo, o que está sendo ensinado e em que circunstâncias a atividade educativa se realiza” (ibidem).

No entanto, algumas orientações são fundamentais. Uma delas é reconhecer a prática social como ponto de partida e de chegada do processo de ensino-aprendizagem. A prática social é reconhecida por Teixeira (2003) como uma possível aproximação da PHC com o CTS, o que pode ser atribuído à ênfase do CTS nos problemas sociais, trabalhados em sequências didáticas como ponto inicial e final, uma vez que, nessa proposta, um dos pontos centrais é a formação do sujeito para a tomada de decisões, argumentação e participação na esfera pública. O trabalho de Delizoicov et al. (2002) organiza a construção de sequências didáticas CTS em diálogo com o pensamento freireano, atribuindo à problematização dos conteúdos na vida social uma centralidade que consideramos análoga à ênfase conferida à prática social na PHC por Saviani (2021). Delizoicov et al. (2002) organizam uma metodologia de ensino baseada em três momentos pedagógicos: (1) problematização inicial, (2) organização do conhecimento e (3) aplicação do conhecimento. A problematização inicial se destina a expor situações ou questões reais sobre as quais os alunos possuem algum nível de conhecimento e podem debater. Na segunda etapa, o professor apresenta conhecimentos relacionados ao tema que sejam relevantes para a compreensão da totalidade da questão inicialmente apresentada. Por fim, os alunos utilizam os conhecimentos construídos nesse processo para interpretar e analisar as situações inicialmente apresentadas ou outras ligadas ao tema central. Produz-se, com isso, um ciclo de aprendizagem que relaciona conhecimentos acadêmicos com situações reais que fazem parte da vida dos estudantes.

Santos e Mortimer (2002) defendem a importância de desenvolver a capacidade de tomada de decisões como um elemento central na formação para a cidadania. Para isso, não basta acrescentar conceitos de ciência e tecnologia ao currículo, nem ensinar etapas que simulam processos de decisão: é necessário promover o compromisso com a ação social responsável, que envolva a formação de atitudes e valores. No ensino CTS, embora não haja uma prescrição rígida, é possível identificar a recorrência de estratégias metodológicas voltadas para o desenvolvimento de atividades educativas que enfatizam a tomada de decisões, especialmente em questões sociais que têm a ciência e a tecnologia como parâmetros importantes. Segundo Santos e Mortimer (2002), essa proposta curricular busca oferecer aos estudantes ferramentas que lhes permitam agir, tomar decisões e compreender o que está em jogo nos discursos dos especialistas, uma condição essencial para o exercício pleno da cidadania. O enfoque CTS, portanto, contribui para superar o modelo hegemônico presente em amplos

setores sociais, caracterizado pela predominância de decisões tecnocráticas. Além disso, visa a desconstruir a visão salvacionista/redentora frequentemente atribuída à ciência e à tecnologia. Estratégias como o uso de questões sociocientíficas, debates sobre a natureza da ciência, problematização de conteúdos midiáticos e exercícios de argumentação são práticas comuns nessa abordagem, como apontado no levantamento de González et al. (2023).

A centralidade da prática social na PHC, portanto, impõe a articulação da pergunta “como ensinamos” à “a quem ensinamos?”, pois toma-se como referência o aluno concreto, diferenciando-o do aluno empírico. Enquanto este último é aquele tomado em sua individualidade imediata e abstrata, com sensações, desejos e aspirações que não necessariamente vão corresponder aos seus interesses reais, o aluno concreto é “aquele que sintetiza em si as relações sociais próprias da sociedade em que vive e em que se dá o processo de sua educação” (Saviani, 2012, p. 42, apud Pasqualini, 2020, p. 13-14). Nesse sentido, Pasqualini (2020, p. 14) parte da necessidade de superação do aluno empírico em direção ao aluno concreto. O autor sustenta que as mediações entre os conteúdos e os destinatários (alunos concretos) implicam considerar o seguinte aspecto: a “incorporação pelos estudantes (singulares) dos nexos conceituais (gerais) sintetizados nos sistemas conceituais das ciências, da arte e da filosofia se dá dentro de um contexto material e simbólico, condicionado por circunstâncias materiais e simbólicas específicas” (ibidem). Nesse horizonte, o tratamento de conteúdos relacionados ao agronegócio, por exemplo, ainda que pertinente a todos os estudantes brasileiros, terá maior relevância para aqueles que vivem em regiões diretamente afetadas por essa forma de atividade agroindustrial.

Diante da centralidade na prática social para a PHC e da contextualização para o ensino CTS, os conteúdos curriculares, necessariamente, devem ser formulados em sua relação com o processo produtivo hegemônico da sociedade atual. Para a PHC, os conteúdos nucleares são aqueles relacionados ao processo de transmissão-assimilação dos conhecimentos sistematizados. Para o ensino CTS, é fundamental a vinculação entre os conteúdos científicos de referência e seus contextos de produção, circulação e apropriação. Partindo então do pressuposto de que conteúdo e forma são imbricados, no campo do ensino de ciências, as estratégias didáticas se relacionam profundamente com os processos de produção dos conhecimentos das ciências de referência, tendo centralidade práticas como experimentação e investigação, trabalhos de campo, idas a museus de ciências e espaços de divulgação científica, leitura e escrita de gêneros textuais científicos, construção de hipóteses, argumentação e sínteses explicativas por meio de gráficos e outros sistemas simbólicos, dentre outros. Ainda assim, o modo como o professor constrói o processo de didatização dependerá de no mínimo três aspectos: (1) o domínio do conhecimento sobre o conteúdo, sua produção e usos sociais; (2) as condições materiais em que é desenvolvida a prática social específica; (3) a natureza do conteúdo a ser ensinado (por exemplo, não é em uma observação a olho nu de um ecossistema em trabalho de campo que podemos trabalhar citologia).

A escolha metodológica não se dá por uma relação mecânica entre os passos do método construído pela PHC, segundo o qual inicialmente se realizaria uma análise da prática social, seguido da problematização, da instrumentalização, da catarse e, por fim, da retomada da prática social como ponto de chegada. Na

verdade, esses momentos se imbricam (Saviani, 2019). Entretanto, para que o trabalho pedagógico seja desenvolvido de forma coerente com essa perspectiva, cabe enfatizar a necessidade de um movimento de estudo das bases teóricas da PHC e do PLACTS, com suas premissas epistemológicas, ontológicas, pedagógicas e políticas, além de um processo contínuo de reflexividade a respeito da relação entre os conteúdos a serem ensinados com os processos de manutenção das desigualdades sociais.

CONCLUSÕES

Por meio deste ensaio, guardadas as limitações de qualquer texto, organizamos um debate sobre o sentido do ensino de ciências para a formação para a cidadania no contexto de crise ambiental, ampliação do negacionismo científico e avanço do obscurantismo. Com essa finalidade, defendemos a relação entre saúde, ambiente e cidadania como uma forma de contextualização dos conteúdos e sua articulação entre o ensino PLACTS e a PHC, como referenciais teórico-práticos para o desenvolvimento do trabalho pedagógico. Este exercício de caráter epistemológico e ontológico nos possibilitou resgatar as perguntas “para quem ensinamos?”, “o que ensinamos?” e “como ensinamos?”. Nesse sentido, concluímos a partir de alguns pontos considerados a seguir.

A escola é, primeiramente, reconhecida como um espaço fundamental de socialização, onde se constrói a cidadania política dos sujeitos. Além disso, ela funciona como um local de acesso a um conjunto de conhecimentos que, muitas vezes, se originam em práticas sociais restritas a determinados grupos. Assim, a escola se afirma como um dos principais espaços de criação política da cidadania, compreendida como um processo dinâmico e transformador e não apenas como uma condição jurídica. Esse entendimento se conecta diretamente com os desafios impostos pelo negacionismo científico e pelo colapso ambiental (Marques, 2023), ressaltando a importância de vivências em diferentes espaços de socialização. A circulação por esses contextos é essencial para a formação de sujeitos críticos e capazes de atuar politicamente. Aqueles que não têm acesso a essa diversidade de experiências acabam limitados em seu repertório de possibilidades para compreender e transformar a realidade.

Quando contextualizado a partir da relação saúde, ambiente e cidadania, por meio de uma abordagem democrática e emancipatória, que parte de situações reais, o conteúdo a ser ensinado apresenta muito mais chance de ser transformado em instrumento de ação na prática social. Isso não significa aderir a um utilitarismo superficial dos conteúdos, e sim à defesa de um processo de apropriação e constante revisão reflexiva da realidade e dos conteúdos, em uma dinâmica articuladora da teoria com a prática. Sendo assim, não há uma metodologia fechada em etapas ou uma lista de conteúdos prescritos a serem seguidos pelo professor que atua na educação básica nem pelos formadores de professores. O que propomos é uma prática pedagógica orientada por princípios éticos, políticos e sensíveis à materialidade da vida que atravessa a todos nós. E mais: que seja estruturada com base em conhecimentos técnicos e científicos que devem ser apropriados pelos grupos historicamente subalternizados.

REFERÊNCIAS

- Almeida, J. (1999). *A construção social de uma nova agricultura*. Editora da UFRGS.
- Altieri, M. (2012). *Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável*. Expressão Popular.
- Arroyo, M. (2010). Educação e exclusão da cidadania. In E. Buffa, M. Arroyo, & P. Nosella (Orgs.), *Educação e cidadania: Quem educa o cidadão* (14ª ed.). Cortez.
- Bobbio, N. (2010). *Qual democracia?* (10ª ed.). Loyola.
- Bombardi, L. M. (2023). *Agrotóxicos e colonialismo químico*. Editora Elefante.
- Bourdieu, P. (1990). *Coisas ditas* (1ª ed.). Brasiliense.
- Bourdieu, P. (2024). *Retorno à reflexividade*. Editora Unesp.
- Brasil. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2020). *Censo da educação básica 2019: Notas estatísticas*.
- Bullard, R. D. (Ed.). (2005). *The quest for environmental justice: Human rights and the politics of pollution*. Sierra Club Books.
- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. (2024). *Percepção pública da C&T no Brasil – 2023: Resumo executivo* (30 p.). CGEE.
- Costa, J. F. A. (2021). Quem é o “cidadão de bem”? *Psicologia USP*, 32, e200070. <https://doi.org/10.1590/0103-6564e200070>
- Dagnino, R. (2014). O que ensinar em CTS? *Ciência & Educação*, 20(2), 289–308. <https://www.scielo.br/j/ciedu>
- Dagnino, R., Thomas, H., & Davyt, A. (1996). El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: Una interpretación política de su trayectoria. *Redes*, 7, 13–51.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. C. A. (2002). *Metodologia do ensino de ciências*. Cortez.
- Duarte, N. (2021). *Os conteúdos escolares e a ressurreição dos mortos: Contribuição à teoria histórico-crítica do currículo* (2ª ed.). Autores Associados.
- El-Hani, C. N., & Bandeira, F. P. S. F. (2008). Valuing indigenous knowledge: To call it “science” will not help. *Cultural Studies of Science Education*, 3(3), 751–779.

- Fisch, A. F., & Schnorr, S. M. (2024). *Initial training of biology teachers: Analysis of the approach to the theme of environmental degradation and emerging epidemics*. *Actio*, 9(1), 1–20.
- Freire, P. (2004). *Pedagogia da tolerância*. Editora Unesp.
- Galeano, E. (2022). Nem direitos nem humanos. In E. Galeano, *Eduardo Galeano: Obras escolhidas* (1ª ed., pp. 455–458). L&PM.
- Garbois, J. A., Sodré, F., & Dalbello-Araujo, M. (2017). Da noção de determinação social à de determinantes sociais da saúde. *Saúde em Debate*, 41(112), 63–76. <https://doi.org/10.1590/0103-1104201711206>
- González, G. A. N., Massoni, N. T., Alves-Brito, A., & Okido, D. H. (2023). Perfil da produção acadêmica a respeito do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e do Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS) em revistas nacionais e internacionais da área de ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 40(2), 417–444.
- Haack, S. (2023). *Defendendo a ciência – Dentro do razoável: Entre o cientificismo e o cinismo*. Stentor Books.
- Högström, P., Gericke, N., Wallin, J., & Bergman, E. (2024). *Teaching socioscientific issues: A systematic review*. *Science & Education*, advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00542-y>
- Layrargues, P. P., & Sato, M. (2024). *Se o mundo vai acabar, por que deveríamos reagir?: A agenda da educação ambiental no limiar do colapso ambiental*. Editora da UnB.
- Levins, R., & Lewontin, R. (2022). *Dialética da biologia: Ensaio marxistas sobre ecologia, agricultura e saúde*. Expressão Popular.
- Lewontin, R. C. (2000). *Biologia como ideologia: A doutrina do DNA*. FUNPEC.
- Malanchen, J. (2016). *Cultura, conhecimento e currículo: Contribuições da pedagogia histórico-crítica*. Autores Associados.
- Mariano, R. (2008). Crescimento pentecostal no Brasil: Fatores internos. *Revista de Estudos da Religião*, 8(4), 68–95.
- Marques, L. (2023). *O decênio decisivo: Propostas para uma política de sobrevivência*. Editora Elefante.
- Martins, L. M. (2015). *O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar: Contribuições à luz da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica*. Autores Associados.
- Monken, M., Peiter, P., Barcellos, C., Rodrigues, L., Navarro, M., Gondim, G., & Gracie, R. (2008). O território na saúde: Construindo referências para análises em saúde e ambiente. In A. C. Miranda, C. Barcellos, J. C. Moreira, &

- M. Monken (Orgs.), *Território, ambiente e saúde* (pp. 29–43). Editora Fiocruz.
- Nestle, M. (2019). *Uma verdade indigesta: Como a indústria alimentícia manipula a ciência do que comemos* (H. Menzen, Trad.). Editora Elefante. (Obra original publicada em 2018)
- Oreskes, N., & Conway, E. M. (2011). *Merchants of doubt: How a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming*. Bloomsbury Publishing.
- Pasqualini, J. C. (2020). Dialética singular-particular-universal e sua expressão na pedagogia histórico-crítica: Primeiras aproximações. *Revista Simbio-Logias*, 12(17), 1–16.
- Porto, M. F. de S., Cunha, M. B. da, Pivetta, F., Zancan, L., & Freitas, J. D. de. (2015). Saúde e ambiente na favela: Reflexões para uma promoção emancipatória da saúde. *Serviço Social & Sociedade*, 123, 523–543.
- Rios, N. T. (2020). Educação ambiental e direitos humanos: Uma abordagem a partir dos conflitos socioambientais no currículo de Ciências e Biologia. *Ensino, Saúde e Ambiente, Número Especial*, 205–224.
<https://doi.org/10.22409/resa2020.v0i0.a43016>
- Rocha, M. L. da. (2023). *Inter-relação saúde e ambiente na escola brasileira: Uma revisão sistemática de literatura em dissertações e teses de 2013 a 2022* (Tese de doutorado, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz).
- Rodrigues, R. L., Solano, C. H., Ambrósio, I. R., Silva, A. C. B., & Oliveira, R. B. (2015). Uma crítica à cidadania liberal no contexto da formação de jovens e adultos na educação escolar. *Conjectura: Filosofia e Educação*, 20, 108–122.
- Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, 1(esp.), 1–12.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência–Tecnologia–Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 1–19.
- Sauer, S., & Balestro, M. V. (Orgs.). (2013). *Agroecologia e os desafios da transição ecológica*. Expressão Popular.
- Saviani, D. (2008). *Escola e democracia* (Ed. esp.). Autores Associados.
- Saviani, D. (2019). O conceito dialético de mediação na Pedagogia Histórico-Crítica em intermediação com a Psicologia Histórico-Cultural. In *Pedagogia Histórico-Crítica, quadragésimo ano: Novas aproximações* (pp. 167–187). Autores Associados.

- Saviani, D. (2021). *Pedagogia Histórico-Crítica: Primeiras aproximações* (12ª ed.). Autores Associados.
- Schwan, G., & Santos, R. A. (2021). Pressupostos freireanos, CTS e PLACTS no ensino de ciências: Aproximações e distanciamentos. *REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 9(3), 1–21.
- Silva, A. M. (2020). *Formas e tendências da precarização do trabalho docente: O precariado professoral e o professorado estável-formal nas redes públicas brasileiras*. Editora CRV.
- Teixeira, P. M. (2003). A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 9, 177–190.
- Van der Ploeg, J. D. (2008). *Camponeses e impérios alimentares: Lutas por autonomia e sustentabilidade na era da globalização*. Editora da UFRGS.
- Viana, K. & Pinhão, F. (2025). Os discursos sobre saúde e ambiente na pesquisa em ensino de biologia e ciências naturais. Comunicação apresentada na 33ª Semana de Iniciação Científica da UERJ, Rio de Janeiro, RJ.
- Vilela, M., & Selles, S. (2020). É possível uma educação em ciências crítica em tempos de negacionismo científico? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1722–1747. <https://doi.org/10.5007/1806-1117.2020v37n3p1722>
- Wallace, R. (2020). *Pandemia e agronegócio: Doenças infecciosas, capitalismo e ciência*. Editora Elefante.

Recebido: 10 dez. 2024
Aprovado: 13 maio. 2025
DOI: <https://doi.org/10.3895/actio.v10n2.19637>

Como citar:

Pinhão, F. L.; Dorvillé, L. F. M.; & Kaplan, L.. (2025). Ensino de ciências e biologia e a formação para a cidadania no contexto do colapso ambiental: o que, para quem e como ensinar? **ACTIO**, 10(2), 1-24.
<https://doi.org/10.3895/actio.v10n2.19637>

Correspondência:

Francine Lopes Pinhão
Rua Dr. Francisco Portela, 1470, Patronato, São Gonçalo/RJ, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



Received: Dec. 10, 2024
Approved: May. 13, 2025
DOI: <https://doi.org/10.3895/actio.v10n2.19637>

How to cite:

Pinhão, F. L.; Dorvillé, L. F. M.; & Kaplan, L. (2025). Science and Biology teaching and training for citizenship in the context of the environmental collapse: who, what, and how do we teach?. **ACTIO**, 10(2), 1-24.
<https://doi.org/10.3895/actio.v10n2.19637>

Address:

Francine Lopes Pinhão
Rua Dr. Francisco Portela, 1470, Patronato, São Gonçalo/RJ, Brasil.

Copyright: This article is licensed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence.

