

A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Thais Caregnatto **Thomé**¹; Marcos Vinicius **Campelo Junior**²; Widinei Alves **Fernandes**³;
Wellington Pereira de **Queirós**⁴

(1- Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), thais.thome@ufms.br, <https://orcid.org/0000-0001-8299-0420> ; 2- Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), campelogeografia@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6501-644X>, 3- Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), widinei.fernandes@ufms.br, <https://orcid.org/0000-0001-9481-3413> , 4- Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), wellington.queiros@ufms.br, <https://orcid.org/0000-0002-9734-7136>)

Resumo: A poluição do ar é atualmente reconhecida como a maior ameaça ambiental à saúde e ao bem-estar humano. Quase toda a população mundial (99%), segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), respira de forma insalubre, inalando altos níveis de partículas finas e dióxido de nitrogênio. Somado a esse fato, as pessoas de baixa e média renda sofrem as maiores exposições à poluição do ar exterior em níveis que excedem os limites aceitáveis de qualidade do ar. Dessa forma, o propósito deste ensaio é responder a seguinte questão: como o monitoramento da qualidade do ar pode ajudar a compreender a problemática da poluição do ar em uma perspectiva de Educação Ambiental Crítica? Com esse intuito, foi discutido o tema com base teórica em artigos científicos, livros e legislações. Espera-se que esse estudo possa contribuir com a discussão e dar maior visibilidade à importância da avaliação da qualidade do ar em uma concepção de Educação Ambiental Crítica que leve em consideração os pressupostos de Justiça Ambiental sobre a problemática da poluição do ar. Por fim, indicou-se possíveis caminhos para sua inserção no processo educacional.

Palavras-chave: Justiça Ambiental; Educação Ambiental Crítica; Estação de qualidade do ar.

THE IMPORTANCE OF MONITORING AIR QUALITY FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION

Artigo recebido para publicação em 30 de abril de 2023
Artigo aprovado para publicação em 09 de dezembro de 2023

Abstract: Air pollution is currently recognized as the greatest environmental threat to human health and well-being. Almost all of the world's population (99%) breathes in an unhealthy manner, inhaling high levels of fine particles and nitrogen dioxide. In addition, low- and middle-income people suffer the greatest exposure to outdoor air pollution at levels that exceed acceptable air quality limits. Thus, the purpose of this essay is to answer the following question: How can air quality monitoring help to understand the problem of air pollution from a Critical Environmental Education perspective? To this end, the topic was discussed on the theoretical basis of scientific articles, books and legislation. It is hoped that this study can contribute to the discussion and give greater publicity to the importance of assessing air quality in a Critical Environmental Education conception that takes into account the assumptions of Environmental Justice in the problem of air pollution. Finally, possible paths for their insertion in the educational process were indicated.

Keywords: Environmental Justice; critical environmental education; air quality station.

LA IMPORTANCIA DEL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

Resumen: La contaminación del aire es reconocida actualmente como la mayor amenaza ambiental para la salud y el bienestar humanos. Casi toda la población mundial (99%) respira de manera poco saludable, inhalando altos niveles de partículas finas y dióxido de nitrógeno. Además, las personas de ingresos bajos y medianos sufren la mayor exposición a la contaminación del aire exterior a niveles que superan los límites aceptables de calidad del aire. Así, el propósito de este ensayo es responder a la siguiente pregunta: ¿Cómo puede ayudar el monitoreo de la calidad del aire a comprender el problema de la contaminación del aire desde la perspectiva de la Educación Ambiental Crítica? Para ello, se discutió el tema sobre la base teórica de artículos científicos, libros y legislación. Se espera que este estudio pueda contribuir a la discusión y dar mayor publicidad a la importancia de evaluar la calidad del aire en una concepción de Educación Ambiental Crítica que tenga en cuenta los presupuestos de la Justicia Ambiental en el problema de la contaminación del aire. Finalmente, se señalaron posibles caminos para su inserción en el proceso educativo.

Palabras clave: Justicia Ambiental; Educación Ambiental Crítica; Estación de Calidad del Aire.

Introdução

A crescente expansão dos centros urbanos tem contribuído para o aumento da concentração de poluentes na atmosfera e, consequentemente, para uma maior preocupação com essa problemática na sociedade. A partir disso, percebe-se um aumento de estudos abordando a relação entre poluição do ar e qualidade de vida (Kampa e Castanas (2008); Cheng et al. (2016); Santos et al. (2022)). Dhital e Rupakheti (2019), por exemplo, observaram que, em um período de 19 anos, a tendência desse tipo de estudo apresentou um crescimento constante na primeira década e um desdobramento mais acentuado na última década.

A poluição do ar pode ocorrer por meio de causas naturais - erupção de vulcões, fogo provocado por descargas elétricas, entre outras - ou antropogênicas, através da queima de combustíveis fósseis, em indústrias, nos transportes e em outras atividades. Essas atividades são as principais causas de poluição do ar (Kampa & Castanas, 2008), trazendo malefícios à saúde, gerando e/ou agravando doenças respiratórias, cardíacas e neurológicas em adultos e, principalmente, em crianças e gestantes (Kampa e Castanas (2008); Pui et al. (2014); Ye et al. (2021)). Além disso, pode prejudicar o ecossistema, comprometendo a agricultura, poluindo água e solos.

De acordo com relatórios da Organização Mundial da Saúde (OMS), quase toda a população mundial (99%) respira de forma insalubre, inalando altos níveis de partículas finas e dióxido de nitrogênio (World Health Organization [WHO], 2022). Uma vez diagnosticada a má qualidade do ar, passa-se, então, a entender suas causas, para depois planejar e executar estratégias de controle das emissões dos poluentes. A poluição do ar é atualmente reconhecida como uma das maiores ameaças ambientais à saúde e ao bem-estar da humanidade, juntamente com as mudanças climáticas (WHO, 2022). Por isso a importância de realizar um monitoramento efetivo da qualidade do ar.

Uma forma de “medir” a poluição do ar é através de estações de qualidade do ar, que fazem o monitoramento dos poluentes atmosféricos. Atualmente, cerca de 6.000 cidades em 117 países monitoram a qualidade do ar. Os dados obtidos pela OMS, por exemplo, indicam que as pessoas de baixa e média renda sofrem as maiores exposições à poluição do ar exterior em níveis que excedem os limites aceitáveis de qualidade do ar (WHO, 2022).

A essa distinção de grupos sociais e vulnerabilidade diante das questões ambientais, dá-se o nome de Justiça Ambiental, ou a falta dela. Enquanto o planeta continua a aquecer e a poluição aumentar, os que vivem em regiões de baixa renda nas cidades irão, inevitavelmente, sofrer mais, visto que, os pobres não têm condições econômicas que lhes permitam resistir aos

casos climáticos e, usualmente, não dispõem da possibilidade de sair das áreas mais desfavorecidas (Robinson, 2021).

Tais fatores justificam a necessidade de problematizar as incoerências geradas pela sociedade e pelo desenvolvimento, não raramente, desenfreado. Como problematizar essas questões? Por meio da criticidade! Assim, espera-se neste estudo responder à seguinte questão: como o monitoramento da qualidade do ar pode ajudar a compreender a problemática da poluição do ar em uma perspectiva de Educação Ambiental Crítica?

A Educação Ambiental Crítica apoia-se enfaticamente na revisão crítica dos fundamentos que proporcionam a dominação do ser humano e dos mecanismos de acumulação do Capital, buscando o enfrentamento político das desigualdades e da injustiça socioambiental (Layrargues & Lima, 2014). Diante desse cenário, o objetivo é compreender melhor o papel da Educação Ambiental Crítica em relação à questão da poluição atmosférica e mostrar que o monitoramento da qualidade do ar pode contribuir com a discussão dessa temática nas dimensões científica, tecnológica, social, política e educacional.

Monitoramento da Qualidade do Ar

A legislação brasileira, através da Resolução Conama nº 491, de 19 de novembro de 2018, estabelece que o ar está poluído quando qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características possa acarretar impactos negativos à saúde humana, fauna, flora e a materiais. Dessa maneira, essa legislação estabelece limites para os valores máximos de diferentes poluentes, de maneira que seja possível minimizar os efeitos sobre a saúde da população.

Uma das formas de detectar a poluição atmosférica de uma região é através das Estações de Qualidade do Ar. Através delas, é possível realizar a medição das concentrações dos poluentes atmosféricos, gerar dados sobre as condições atuais da qualidade do ar, construir um histórico de dados e habilitar os tomadores de decisão a planejar ações e políticas públicas no sentido de assegurar a boa qualidade do ar (Vormittag et al., 2021).

A presença desses equipamentos nas cidades é essencial para iniciar o controle da qualidade do ar na região. As medições geralmente são direcionadas para algum grupo de poluentes, já que existe uma variedade de substâncias prejudiciais que são lançadas na atmosfera diariamente.

Os poluentes monitorados, selecionados devido à maior frequência de ocorrência na atmosfera e aos danos ao meio ambiente e à saúde, são os Materiais Particulados (Partículas

Totais em Suspensão, PM_{10} e $PM_{2,5}$ ¹), Dióxido de Enxofre (SO_2), Dióxido de Nitrogênio (NO_2), Ozônio (O_3) e Monóxido de Carbono (CO) (WHO, 2006). Os padrões de Qualidade do Ar no Brasil são fixados de acordo com a Resolução Conama nº 491, de 19 de novembro de 2018, e, é a partir daí, que é calculado o Índice de Qualidade do Ar (IQAr).

Esse índice foi desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América e transforma os valores das concentrações de poluentes em um número adimensional. Isso permite a comparação dos valores padronizados pela legislação, além de facilitar o entendimento do nível de qualidade do ar pela população.

Entre os poluentes citados, os materiais particulados são os mais relacionados às doenças, pois são uma mistura de partículas sólidas e líquidas no ar, pequenas o suficiente para não se depositar na superfície da Terra sob a influência da gravidade, e são classificadas pelo diâmetro aerodinâmico ($2,5\mu m$ e $10\mu m$) (WHO, 2022). As partículas mais finas podem entrar em nossa corrente sanguínea através da respiração e espalham-se pelo corpo, causando danos à saúde (WHO, 2021).

De acordo com Vormittag et al. (2021), a quantidade de estações de monitoramento da qualidade do ar no Brasil ainda é irrisória se comparado a outros países com a mesma dimensão do Brasil:

O Brasil dispõe de 371 (86,3%) estações de monitoramento de qualidade do ar ativas de um total de 430 estações no país. A Região Sudeste abriga 298 (80,3%) estações, seguida pela Região Norte com 31 (8,4%), Região Sul com 29 (7,8%), Centro-Oeste com 9 (2,4%) e Nordeste com 4 (1,1%). As regiões Norte e Nordeste são muito pouco representadas, apenas por um estado, cada uma delas, respectivamente, AC e PE (Vormittag et al., 2021, p. 11).

Os dados acima denotam a insuficiência e má distribuição de estações de monitoramento pelo território nacional, motivos que justificam a crescente preocupação em aumentar o monitoramento desses poluentes. Citando um exemplo relativamente recente, de iniciativa pública, a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), instalou uma estação de monitoramento da Qualidade do Ar (Figura 1). O projeto, nomeado como “monitoramento da Qualidade do Ar na cidade de Campo Grande – MS”, iniciou seus estudos em 2021. Esse projeto é de grande importância para a referente cidade de Campo Grande, visto que foi a primeira estação de monitoramento instalada nesta capital.

¹ PM_{10} e $PM_{2,5}$ é o Material Particulado em suspensão na atmosfera com diâmetro de até 10 e 2,5 micrômetros (μm), respectivamente.

Figura 1- Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar



Fonte: Fernandes (2022)

Educação Ambiental Crítica e Justiça Ambiental

A educação ambiental (EA) no Brasil se constituiu como um campo de conhecimento e de atividade pedagógica e política a partir das décadas de 1970 e 1980 do século passado (Lima, 2009). Ainda de acordo com Lima (2009), a abordagem da Educação Ambiental já nasceu como um campo plural e diferenciado que reunia contribuições de diversas disciplinas científicas, matrizes filosóficas, posições político-pedagógicas, atores e movimentos sociais. A partir do surgimento da EA, portanto, vários autores seguiram diferentes correntes para classificá-la. A primeira tentativa foi de Sorrentino (1995), que identificou a existência de quatro vertentes: conservacionista, ao ar livre, relacionadas à gestão ambiental e à economia ecológica.

Sauvé (2005) identificou Educação Ambiental com várias denominações: Humanista, Conservacionista, Sistêmica, Problematizadora, Naturalista, Científica, Moral, Biorregionalista, da Sustentabilidade, Crítica, Etnográfica, Feminista, entre outras possibilidades nos contextos nacionais e internacionais. Neste artigo, foi considerada a classificação proposta por Layrargues e Lima (2014), pois fazem uma síntese das outras correntes existentes. Estes autores identificam as tendências conservacionista, pragmática e crítica. Eles afirmam que essas são as três macrotendências convivendo e disputando a hegemonia simbólica e objetiva do campo da Educação Ambiental no Brasil (Layrargues & Lima, 2014). Nessa perspectiva, por exemplo, os autores afirmam:

As macrotendências *conservacionista* e *pragmática* representam duas tendências e dois momentos de uma mesma linhagem de pensamento que foi se ajustando às injunções econômicas e políticas do momento até ganhar essa face modernizada, neoliberal e pragmática que hoje a caracteriza. A macrotendência pragmática representa uma derivação evolutiva da macrotendência conservacionista, na medida em que é sua adaptação ao novo contexto social, econômico e tecnológico e que têm em comum a omissão dos processos de desigualdade e injustiça social. [...] A macrotendência *crítica*, por sua vez, apoia-se com ênfase na revisão crítica dos fundamentos que proporcionam a dominação do ser humano e dos mecanismos de acumulação do Capital, buscando o enfrentamento político das desigualdades e da injustiça socioambiental (Layrargues & Lima, 2014, p. 32- 33).

Diante das várias tendências, portanto, no presente estudo optou-se pela perspectiva de Educação Ambiental Crítica, por tratar da questão da poluição do ar. A macrotendência crítica impulsiona a atuação da politização e a crítica sobre os problemas ambientais, desde a origem do problema, perpassando os danos causados e possíveis soluções. Ela fomenta o diálogo, a dúvida, a inquietação sobre algum assunto, os porquês, as diferentes interpretações e soluções.

Por isso, deve-se ter criticidade ao falar sobre poluição do ar, questionando: como começou? Quais os aspectos históricos, sociais, geográficos e físicos relacionados? Por que chegou a esses níveis? Quais as implicações para o ser humano? O que fazer para mudar? Quem deve mudar? Quais políticas públicas reivindicar?

Sobre isso, Layrargues e Lima (2014) afirmam que:

Há um forte viés sociológico e político na macrotendência crítica da Educação Ambiental, e em decorrência dessa perspectiva, conceitos-chave como Cidadania, Democracia, Participação, Emancipação, Conflito, Justiça Ambiental e Transformação Social são introduzidos no debate. Não por acaso, o surgimento e consolidação dessa macrotendência coincidem com o movimento ocorrido na Ecologia Política como possibilidade de interpretação do ambientalismo (Layrargues e Lima, 2014, p. 33).

As respostas aos questionamentos levantados influenciam um pensamento sob uma ótica mais humanística, de modo a influenciar a população, legisladores e autoridades a desenvolverem práticas orientadas pela justiça ambiental. Estes são questionamentos novos, influenciados e permitidos pela inserção da EA Crítica no contexto socioambiental. As questões levantadas até então, eram pautados somente por leituras biologicistas e despolitizadas dos problemas ambientais, típicos do conservadorismo, que descarta da análise os modelos de desenvolvimento econômico-social, os interesses e conflitos de classe, os padrões culturais e ideológicos e as injunções políticas dominantes na sociedade (Lima, 2009). Assim, de acordo com Silveira e Lorenzetti (2021):

Em se tratando de educação ambiental, cabe salientar que os sujeitos precisam ser estimulados a pensar de forma autônoma, crítica e racional, ensejando a busca por respostas a questionamentos que emergem no campo social, tendo um olhar crítico

sobre as relações estabelecidas entre sujeitos, sociedade e natureza (Silveira & Lorenzetti, 2021, p. 3).

Nesse contexto, Guimarães (2004) afirma que a EA Crítica se propõe a desvelar a realidade, inserindo o processo educativo nela, para contribuir na transformação da sociedade, assumindo, de forma inalienável, a sua dimensão política. Essa transformação social não cabe somente dentro da escola, mas ultrapassa seus muros e fronteiras na construção de uma sociedade mais justa, solidária e crítica, nos aspectos econômico, político e ambiental.

Percebe-se, então, que a EA Crítica é bastante complexa em seu entendimento de natureza, sociedade, ser humano e educação, pois, ela exige amplo trânsito teórico entre as ciências sociais, naturais e filosóficas, de modo a dialogar e construir pontes e saberes inter e transdisciplinares (Loureiro, 2007).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, equidade em saúde é a ausência de diferenças injustas e evitáveis ou remediáveis na saúde entre grupos populacionais definidos social, econômica ou geograficamente. A maior desigualdade ocorre em escala global e não na escala local. Em escala global, o declínio acentuado da poluição na maioria dos países de alta renda, impulsionados por políticas públicas, é acompanhado por um aumento sem precedentes nos países de baixa e média renda (WHO, 2021).

O grau de vulnerabilidade socioeconômica está normalmente associado à exposição diferencial aos riscos e designa a maior ou menor susceptibilidade de pessoas, lugares, infraestruturas ou ecossistemas a sofrerem algum tipo particular de agravo, podendo ser associado a fatores individuais, político-institucionais e sociais ou a somatória destes (Acselrad et al., 2004). O movimento de Justiça Ambiental, assim, destaca o *déficit* de responsabilidade do Estado e os mecanismos políticos e econômicos que tornam os sujeitos vulneráveis, uma vez que as definições mais correntes de vulnerabilidade enfatizam os sujeitos sociais em vez dos processos que os tornam vulneráveis (Habermann & Gouveia, 2008).

Assim, para esse enfrentamento, a Justiça Ambiental é entendida como a condição de existência social configurada por meio da busca do tratamento justo e do envolvimento significativo de todas as pessoas, independentemente de sua raça, cor, origem ou renda no que diz respeito à elaboração, desenvolvimento, implementação e reforço de políticas, leis e regulações ambientais (Acselrad et al., 2004).

Nos 117 países que monitoram a qualidade do ar, em 83% das cidades em países de alta renda os parâmetros PM_{2,5} ou PM₁₀ ficam dentro do estabelecido pelas da OMS. Nos países de baixa e média renda, a qualidade do ar está em conformidade com os limites recomendados pela OMS em menos de 1% das cidades (WHO, 2021). Entende-se então que países de alta renda não estão tão expostos a níveis prejudiciais de poluentes atmosféricos quanto os países de baixa e média renda.

Corroborando essas informações, alguns estudos (Gomes (2002); Toledo e Nardocci (2011)) têm demonstrado o impacto da poluição na diminuição da função pulmonar de habitantes de grandes centros que se expõe ao trânsito intenso ou que passam várias horas do dia dentro de um automóvel ou nas ruas. Além desses, Ferreira et al. (2009) compararam a função pulmonar de habitantes da mesma cidade, mas com graus distintos de exposição à poluição. Eles demonstraram que o comprometimento na função pulmonar foi proporcional à intensidade de exposição, com valores significativamente piores para o grupo mais exposto (motoboys), intermediário para os taxistas e os melhores valores para o grupo controle (trabalho administrativo).

A partir desses estudos, fica claro que há um problema de políticas públicas que afetam os trabalhadores expostos à poluição em grandes centros, mesmo que os países mais pobres sejam os que menos poluem, são os que mais sofrem com as consequências. As estações de monitoramento permitem visualizar a condição do ar nas cidades, dessa maneira, as informações obtidas por meio delas podem fornecer o embasamento necessário para que sejam realizadas solicitações e/ou reclamações para os legisladores e demais órgãos públicos envolvidos no desenvolvimento de políticas socioambientais. Ademais, construir e repensar políticas públicas voltadas para a Justiça Ambiental, faz-se necessário a participação da população e, nisto, a EA Crítica pode auxiliar como uma ferramenta de proposição, discussões e diálogos necessários.

Para que seja possível essa articulação entre políticas públicas e Educação Ambiental no contexto da poluição atmosférica, é preciso entender a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). O objetivo central do movimento CTSA é o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisões, tendo como um dos eixos as questões ambientais, com o propósito da promoção da educação ambiental (Siqueira et al., 2021). Essas discussões deverão envolver também atitudes e valores comprometidos com a cidadania planetária em busca da

preservação ambiental e da diminuição das desigualdades econômicas, sociais, culturais e étnicas (Santos, 2007).

Assim, toda discussão direcionada pela CTSA deve considerar a problemática ambiental por meio de uma visão sistêmica na qual diversos elementos estão em contínuo processo de interação (Siqueira et al., 2021). Buscar a vinculação dos conteúdos científicos com temas CTSA de relevância social e abrir espaço para debates de questões sociocientíficas são ações fundamentais no sentido do desenvolvimento de uma educação crítica questionadora do modelo de desenvolvimento científico e tecnológico (Santos, 2007).

Siqueira et al. (2021) propõem, ainda, como um dos princípios do movimento CTSA, entender a realidade como um processo histórico-social, uma construção moldada por relações sociais em um contexto ambiental, ao longo do tempo. A compreensão dos processos históricos, de diferenciação dos campos sociais e de seu desenvolvimento no interior da sociedade não só ilumina o passado, mas auxilia a compreensão e a ação presentes na construção do futuro (Lima, 2009).

Políticas Públicas de Educação Ambiental na conjuntura da Poluição Atmosférica

As consequências da poluição do ar são distribuídas de forma desigual, sempre afetando desproporcionalmente a população mais vulnerável, com maiores níveis de exposição e suscetíveis a doenças (WHO, 2021). Moradores dos grandes centros urbanos, entregadores de comida, motoristas e motociclistas são os mais afetados pela injustiça ambiental, pois têm maior probabilidade de respirar ar poluído, possuem pouco acesso a serviços de saúde e cuidados médicos.

Ao falar sobre a construção do futuro, fala-se de política, não no sentido partidário, mas no sentido de construção de políticas públicas e coletivas. As políticas públicas são ações propostas e executadas com participação de organismos do Estado ou por uma comunidade de maneira conjunta, geralmente buscam atender direitos não reconhecidos às classes sociais mais pobres e minorias excluídas das sociedades (Negret Fernandez & Pietrafesa, 2021).

Os autores afirmam, ainda, que uma política pública formulada no âmbito de uma sociedade democrática inclui um processo de consulta à população e às comunidades sobre suas necessidades com o fim de satisfazê-las, estabelecendo meios e instrumentos para a sua execução, monitoramento e fiscalização. Por isso, a ideia defendida por Loureiro (2004) é que a educação deve ser vista como elemento de transformação social, inspirada no fortalecimento

dos sujeitos, no exercício da cidadania, para a superação das formas de dominação capitalistas, compreendendo o mundo em sua complexidade como totalidade.

De acordo com Davidovich e Saldiva (2019), são as políticas que extrapolam os limites da ciência da saúde e incluem os assuntos de ética, equidade social, direitos humanos e sustentabilidade global. E essa política depende da voz ativa da sociedade, que deve ser crítica e posicionada sobre o que a população necessita, para cobrar àqueles que estão no poder.

Dessa forma, a formulação de políticas públicas constitui-se no estágio em que os governos democráticos traduzem seus propósitos e plataformas eleitorais em programas e ações que produzirão resultados ou mudanças no mundo real (Souza, 2006). Quando é suscitada a questão de política para o cerne da educação ambiental, os conflitos estruturais da sociedade são nomeados e os temas ambientais ganham materialidade, uma vez que posições, interesses e necessidades que são divergentes se apresentam e se institucionalizam (Loureiro, 2009).

Sorrentino et al. (2005) descrevem qual deve ser o papel da educação ambiental como política pública:

A educação ambiental nasce como um processo educativo que conduz a um saber ambiental materializado nos valores éticos e nas regras políticas de convívio social e de mercado, que implica a questão distributiva entre benefícios e prejuízos da apropriação e do uso da natureza. Ela deve, portanto, ser direcionada para a cidadania ativa considerando seu sentido de pertencimento e corresponsabilidade que, por meio da ação coletiva e organizada, busca a compreensão e a superação das causas estruturais e conjunturais dos problemas ambientais (Sorrentino et al., 2005, p. 5-6).

Layrargues (2002) também destaca a importância da política no processo educativo, descrevendo que a Educação Ambiental Crítica é:

Um processo educativo eminentemente político, que visa ao desenvolvimento nos educandos de uma consciência crítica acerca das instituições, atores e fatores sociais geradores de riscos e respectivos conflitos socioambientais. Busca uma estratégia pedagógica do enfrentamento de tais conflitos a partir de meios coletivos de exercício da cidadania, pautados na criação de demandas por políticas públicas participativas conforme requer a gestão ambiental democrática (Layrargues, 2002, p. 169).

A educação ambiental, ao propiciar e potencializar esse processo, permite que os sujeitos sociais tenham condições de intervir e decidir sobre quais são as formas que a gestão ambiental pública irá adotar para concretizar o interesse comum (Loureiro, 2009), por isso, a necessidade da população em obter conhecimento e criticidade sobre as questões ambientais e, principalmente, a qualidade do ar.

Para McLaren e Williams (2015), os impactos na saúde podem ser reduzidos se as informações sobre a Qualidade do Ar forem disponibilizadas ao público. Os autores afirmam

ainda que a divulgação das informações é vista como um componente estratégico relevante para a implementação do monitoramento e gestão da Qualidade do Ar, uma vez que possibilita que a sociedade se mobilize e pressione os tomadores de decisão.

O acesso à informação é um dos mais importantes pressupostos da participação social na gestão do meio ambiente, uma vez que permite aos cidadãos tomarem consciência dos riscos a que estão submetidos e terem capacidade de articular seus interesses dentro dos processos de deliberação e gestão ambiental (Machado, 2009).

Em se tratando de Qualidade do Ar, existem algumas leis vigentes que abordam o assunto. A Lei 10.650, de 16 de abril de 2003, por exemplo, regulamenta o acesso público aos dados e informações existentes nos órgãos e entidades do Sisnama². De acordo com essa lei, qualquer indivíduo, independentemente da comprovação de interesse específico, terá acesso às informações contidas nela. Além disso, os órgãos ambientais, competentes integrantes do Sisnama, deverão elaborar e divulgar relatórios anuais relativos à qualidade do ar e da água. Além dessa lei sobre o acesso dos dados de poluição, existem outras que falam especificamente sobre os poluentes:

- Lei 8.723, de 28 de outubro de 1993, dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores. Além dessa lei, existem diversas Resoluções do Conama³ sobre o controle da emissão de gases e material particulado poluentes por fontes móveis (veículos automotores);
- Lei 1.413, de 14 de agosto de 1975, dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais;
- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 atribui ao Conama a competência para estabelecer, privativamente, normas e padrões nacionais de controle da poluição por veículos automotores, aeronaves e embarcações, mediante audiência dos Ministérios competentes (art. 8º, inciso VI);
- Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018, que dispõe sobre padrões de Qualidade do Ar. Em seus artigos 12 e 13, o Ministério do Meio Ambiente e os órgãos ambientais estaduais e distrital deverão divulgar, em sua página da *internet*, dados de

² O Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA – foi instituído pela Lei de Política Nacional do Meio Ambiente. É constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios bem como as fundações instituídas pelo poder público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental (Machado, 2009).

³ Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA- foi instituído pela Lei de Política Nacional do Meio Ambiente.

monitoramento e informações relacionados à gestão da qualidade do ar e Índice de Qualidade do Ar (IQAr).

De maneira geral, as legislações são obsoletas e necessitam de atualização. Portanto, a legislação vigente não atende toda a população e muita coisa mudou desde a publicação das mesmas: a frota de veículos aumentou, as indústrias cresceram, a população e suas necessidades também aumentaram. A consideração por parte do poder público da percepção de riscos à sociedade é importante, pois valores como equidade e potencial de catástrofe podem se integrar às análises e decisões políticas e não somente os aspectos técnico-científicos, que consideram apenas benefícios econômicos, custos e eficácia (Habermann & Gouveia, 2008). Assim, os autores sugerem algumas questões que podem ajudar nessa percepção de riscos, que o poder público deve considerar:

Há acesso irrestrito das populações afetadas às informações que esclareçam sobre os possíveis danos às quais estão expostas? As populações têm direito de reivindicar e modificar o destino das políticas a que foram sujeitas? Os riscos estão distribuídos equitativamente, espacialmente e socialmente, ou apenas alguns extratos se beneficiam ou se prejudicam com determinado atributo e o seu risco gerado? (Habermann & Gouveia, 2008, p. 1107).

Portanto, “a política pública de qualidade do ar é determinante para a efetivação de direitos fundamentais previstos na Constituição Federal em razão da função vital da atmosfera para o equilíbrio ecológico e a qualidade de vida” (Vormittag et al., 2021, p. 24). Relacionado a isso, de acordo com o relatório do Instituto Saúde e Sustentabilidade (ISS), o programa nacional de controle da Qualidade do Ar não foi efetivo no Brasil: das 27 unidades federativas no Brasil, 20 (71,4%) não realizam o monitoramento de Qualidade do Ar, ou o deixaram de realizar, ou, ainda, o realizam de forma obsoleta ou ineficiente (Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2019). Ainda de acordo com o relatório:

Esse documento expõe a situação precária do monitoramento da qualidade do ar nas unidades federativas brasileiras e a fragilidade do controle de poluentes atmosféricos nocivos à saúde humana. Sem o monitoramento e sem a mensuração das emissões não é possível conhecer a qualidade do ar e o nível de poluição atmosférica a que população está exposta, e nem tão pouco, a adoção de medidas preventivas e corretivas (Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2019), p. 18).

Retomando o exemplo referido anteriormente, tentando mudar esse cenário, a UFMS implantou uma estação de monitoramento da Qualidade do Ar, que diferente da maioria dos estados brasileiros, possui informações em tempo real. A universidade criou um *site* com informações sobre a qualidade do ar na cidade, que é atualizado em intervalos de uma hora. O

próximo passo será disponibilizar essas informações em um painel de Led na frente da universidade, o que traz maior visibilidade para a população.

Ações como essa podem aflorar a curiosidade da população para conhecer essas informações e melhorar sua criticidade. Além disso, apresenta possibilidades para fomentar a pesquisa e o ensino. Os dados gerados, ao serem organizados e interpretados, ajudam a disseminar pesquisas sobre a qualidade do ar em periódicos especializados, contribuindo para as pesquisas na área e servindo como elementos norteadores para iniciativas científicas, tecnológicas e políticas neste âmbito, tanto localmente quanto globalmente. Ainda, do ponto de vista pedagógico, muitos desses estudos podem passar por um processo de transposição didática e serem discutidos em práticas de ensino na educação básica, na formação de professores e demais cursos oferecidos pela Universidade.

Assim, uma possibilidade pedagógica que contemple a complexidade do tema “Qualidade do ar”, discutido no presente estudo, é a utilização de perspectivas pedagógicas fundamentadas em uma epistemologia crítica. Nessa perspectiva, uma alternativa é o uso de metodologias de ensino, como, os três momentos pedagógicos: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento, e Aplicação do Conhecimento (Delizoicov et al., 2002). Outra possibilidade são os cinco momentos da Pedagogia Histórico-Crítica: Prática Social Inicial, Problematização, Instrumentalização, Catarse e Prática Social Final (Gasparin, 2012). Assim, essas perspectivas metodológicas apesar de serem distintas possibilitem uma educação problematizadora, conforme Freitas e Queirós (2020) apontam:

Apesar de serem Metodologias de Ensino diferentes e não serem as únicas possibilidades, apresentam aspectos em comum, como a perspectiva crítico-transformadora, que abrange a formação e problematização social das relações de poder na sociedade em constante dialética com o conhecimento técnico-científico construído ao longo da história da humanidade (Freitas & Queirós, 2020, p. 142).

Dessa maneira, a problematização com a temática qualidade do ar é fator fundamental para inserir essa discussão no processo educativo nos vários níveis de escolaridade. Esse processo pode ser articulado à perspectiva CTSA, discutido na seção anterior. Nesse sentido, na educação em Ciências existem várias iniciativas de discussões CTSA associadas às diferentes metodologias de ensino (Leal et al., 2021) e, sobretudo, com os três momentos pedagógicos (Gava e Oliveira (2021); Ulian et al. (2021)). Iniciativas semelhantes podem ser realizadas com esta temática central, por ser um tema pluridimensional que abrange questões científicas, tecnológicas, ambientais, políticas e sociais.

Considerações finais

- Para compreender melhor o papel da EA Crítica em relação à questão da poluição do ar é preciso que haja um despertar das pessoas com o ambiente em que vivem e que estão diretamente interligados. Além disso, refletir sobre como as Estações de Monitoramento de Qualidade do Ar podem contribuir com essa discussão, uma vez que é por meio delas que são “traduzidas” as informações técnicas para uma linguagem que permita o entendimento do público não especializado. Por meio dela, pode-se, também, mensurar qual poluente está presente em maior concentração na atmosfera e, assim, prever as possíveis consequências e o que pode ser feito para evitar ou minimizar os danos causados.
- Na gestão da qualidade do ar, para que haja um controle dos poluentes, é preciso que, inicialmente, seja feita a identificação do problema. Essa identificação se dá pelo monitoramento da Qualidade do Ar. Somente após essa etapa será possível o subsídio para a formulação de políticas para o controle dos poluentes e da qualidade do ar. Isso é reforçado, cada vez mais, com a divulgação de informações. Entretanto, como as estações de monitoramento estão em um número inferior ao que deveria haver no Brasil, essa informação escassa impede que as decisões necessárias sejam adotadas.
- A existência de determinado risco ambiental ou dano deve ser entendida em sua totalidade, nos aspectos sociais, ambientais, econômicos, políticos, culturais e históricos. Isso é importante para que possam ser aplicadas as medidas necessárias em um contexto de Educação Ambiental Crítica - não somente no aspecto conservador - que prioriza a “conscientização” da população e transfere a responsabilidade do agir para as próprias vítimas da inexistência das políticas públicas.
- Representantes de grupos socioecononomicamente desfavorecidos e vulneráveis precisam ter um lugar de destaque nas discussões, pois a poluição atmosférica é uma questão de justiça ambiental e climática. Comprovadamente, causa danos desproporcionais entre países de baixa renda e países mais ricos. Percebe-se, assim, que as legislações vigentes não abordam a obrigatoriedade de instalação de Estações de Monitoramento da Qualidade do Ar, nem mesmo as questões da Justiça Ambiental e da Educação Ambiental no âmbito da poluição do ar. Somente os poluentes emitidos por fontes móveis estão amplamente regulamentados pela legislação ambiental brasileira

(Machado, 2009). Dessa maneira, portanto, as leis existentes estão desatualizadas e não abordam questões que se tornaram imprescindíveis na atualidade.

Referências

- Acselrad, H., Herculano, S., & Padua, J. A. (2004). *Justiça Ambiental e Cidadania*. Relume Dumará.
- Resolução n. 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar (2018). https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895/do1-2018-11. Ministério do Meio Ambiente.
- Cheng, Z., Luo, L., Wang, S., Wang, Y., Sharma, S., Shimadera, H., Wang, X., Bressi, M., de Miranda, R. M., Jiang, J., Zhou, W., Fajardo, O., Yan, N., & Hao, J. (2016). Status and characteristics of ambient PM2.5 pollution in global megacities. *Environment International*, 89–90, 212–221. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.02.003>
- Davidovich, L., & Saldiva, P. (2019). Air Pollution and Health: A Science-Policy Initiative of National Academies. *Annals of Global Health*, 85(1). <https://doi.org/10.5334/aogh.2670>
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. (2002). *Ensino de ciências: fundamentos e métodos* (A. Piedade, Org.; 2º ed). Editora Cortez.
- Dhital, S., & Rupakheti, D. (2019). Bibliometric analysis of global research on air pollution and human health: 1998–2017. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(13), 13103–13114. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04482-x>
- Fernandes, W. A. (2022). *Relatório de Monitoramento da Qualidade do ar – EMQAR- UFMS*. <https://lca.ufms.br/qualiar/>
- Ferreira, C. A. S., Pereira, L. V., Santos, F. L., Rego, P. B. L., & Costa, I. P. (2009). Análise da função pulmonar de motoboys: o efeito da poluição atmosférica. Prevenção, a melhor forma de cuidar. *O Mundo da Saúde*, 33(2), 170–174. <https://doi.org/10.15343/0104-7809.200933.2.5>
- Freitas, W., & Queirós, W. (2020). A abordagem CTS e a teoria crítica de Henry Giroux: caminhos para uma educação em ciências crítico-transformadora. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 13(3), 126–149. <https://doi.org/10.3895/rbect.v13n3.10098>

Gasparin, J. L. (2012). *Uma didática para a Pedagogia Histórico-Crítica* (5º ed, Vol. 1). Editora Autores Associados.

Gava, J. E. D., & Oliveira, J. G. de. (2021). Educação Ambiental com abordagem CTS/CTSA na educação de jovens e adultos: Um caminho para o exercício da cidadania. *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, 10(01). <https://doi.org/10.36524/dect.v10i01.1319>

Gomes, M. João M. (2002). Ambiente e pulmão. *Jornal de Pneumologia*, 28(5), 261–269. <https://doi.org/10.1590/S0102-35862002000500004>

Guimarães, M. (2004). Educação Ambiental Crítica. Em P. P. Layrargues (Org.), *Identidades da educação ambiental brasileira* (p. 25–34). Ministério do Meio Ambiente.

Habermann, M., & Gouveia, N. (2008). Justiça Ambiental: uma abordagem ecossocial em saúde. *Revista de Saúde Pública*, 42(6), 1105–1111. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102008000600019>

Instituto Saúde e Sustentabilidade. (2019). *Análise do Monitoramento de Qualidade do Ar no Brasil*. https://saudeesustentabilidade.org.br/wp-content/uploads/2019/06/An%C3%A1lise-do-Monitoramento-de-Qualidade-do-Ar-no-Brasil_ISS.pdf

Kampa, M., & Castanas, E. (2008). Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution*, 151(2), 362–367. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.06.012>

Layrargues, P. P. (2002). A crise ambiental e suas implicações na educação. Em J. S. Quintas (Org.), *Pensando e praticando educação ambiental na gestão do meio ambiente*. (2º ed, p. 159–196). Ibama.

Layrargues, P. P., & Lima, G. F. da C. (2014). As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. *Ambiente & Sociedade*, 17(1), 23–40. <https://doi.org/10.1590/1809-44220003500>

Leal, J. F. P., Ribeiro, E. E. H., Costa, F. C. P. da, Costa, K. M. C. da, Nunes, J. M., & pimentel, W. L. (2021). Educação ambiental e abordagem em CTSA: Estudo da potencialidade educacional de protótipo fotovoltaico em comunidade pesqueira. *Revista Comunicação Universitária*, 1(1), 1–26. <https://periodicos.uepa.br/index.php/comun/article/view/3837/1913>.

Lima, G. F. da C. (2009). Educação ambiental crítica: do socioambientalismo às sociedades sustentáveis. *Educação e Pesquisa*, 35(1), 145–163. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022009000100010>

Loureiro, C. F. B. (2004). Educação Ambiental Transformadora. Em P. P. Layrargues (Org.), *Identidades da educação ambiental brasileira*. Ministério do Meio Ambiente.

Loureiro, C. F. B. (2007). Educação Ambiental Crítica: Contribuições e desafios. Em S. S. de Mello & R. Trajber (Orgs.), *Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental na escola*. Unesco.

Loureiro, C. F. B. (2009). Mundialização do Capital, sustentabilidade democrática e políticas públicas: Problematizando os caminhos da educação ambiental. *Ambiente & Educação*, 14. <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/1134>

Machado, P. A. L. (2009). *Direito à informação ambiental e qualidade do ar* (1º ed). Instituto de Energia e Meio Ambiente.

McLaren, J., & Williams, I. D. (2015). The impact of communicating information about air pollution events on public health. *Science of The Total Environment*, 538, 478–491. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.149>

Negret Fernandez, F., & Pietrafesa, P. (2021). Problemática ambiental e políticas públicas de meio ambiente no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*, 9(3), 221. <https://doi.org/10.7867/2317-5443.2021v9n3p221-248>

Pui, D. Y. H., Chen, S.-C., & Zuo, Z. (2014). PM 2.5 in China: Measurements, sources, visibility and health effects, and mitigation. *Particuology*, 13, 1–26. <https://doi.org/10.1016/j.partic.2013.11.001>

Robinson, M. (2021). *Justiça Climática: esperança, resiliência e a luta por um futuro sustentável* (Vol. 1).

Santos, W. L. P. dos. (2007). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, 1. https://www.academia.edu/27297895/Contextualiza%C3%A7%C3%A3o_no_ensino_de_ci%C3%A3%C3%A1ncias_por_meio_de_temas_CTS_em_uma_perspectiva_cr%C3%ADtica

Santos, N. V., Vieira, C. L. Z., Saldiva, P. H. N., De André, C. D. S., Mazzilli, B. P., de Fátima Andrade, M., Saueia, C. H., Saiki, M., Veras, M. M., & Koutrakis, P. (2022). Accumulation of trace element content in the lungs of São Paulo city residents and its correlation to lifetime exposure to air pollution. *Scientific Reports*, 12(1), 11083. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15048-2>

Sauvé, L. (2005). Uma cartografia das Correntes em educação ambiental. Em M. Sato & I. C. de M. Carvalho (Orgs.), *Educação Ambiental: pesquisa e desafios* (p. 17–44). Artmed.

Silveira, D. P. da, & Lorenzetti, L. (2021). State of the art on critical environmental education at the Research Meeting on Environmental Education. *Praxis & Saber*, 12(28), e11609. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n28.2021.11609>

Siqueira, G. C. de, Ribeiro, S. A. F., Freitas, C. C. G., Sovierzoski, H. H., & Lucas, L. B. (2021). CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 17(48), 16. <https://doi.org/10.3895/rts.v17n48.14128>

Sorrentino, M. (1995). *Educação ambiental e universidade: um estudo de caso* [Tese Doutorado]. Universidade de São Paulo.

Sorrentino, M., Trajber, R., Mendonça, P., & Ferraro Junior, L. A. (2005). Educação ambiental como política pública. *Educação e Pesquisa*, 31(2), 285–299. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000200010>

Souza, C. (2006). Políticas públicas: uma revisão da literatura. *Sociologias*, 16, 20–45. <https://doi.org/10.1590/S1517-45222006000200003>

Toledo, G. I. F. M. de, & Nardocci, A. C. (2011). Poluição veicular e saúde da população: uma revisão sobre o município de São Paulo (SP), Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 14(3), 445–454. <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2011000300009>

Ulian, M. H. S., Bin, R. de S., Gomes, V. M., & Nascibem, F. G. (2021). A educação ambiental no tratamento dos resíduos sólidos urbanos e seus impactos socioambientais. *RCEF: Rev. Cien. Foco Unicamp*, 1–14.

Vormittag, E. da M. P. A. de A., Cirqueira, S. S. R., Wicher Neto, H., & Saldiva, P. H. N. (2021). Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil. *Estudos Avançados*, 35(102), 7–30. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.002>

World Health Organization. (2006). *Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: global update 2005: summary of risk assessment*. World Health Organization.

World Health Organization. (2021). *Global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. World Health Organization.

World Health Organization. (2022). *Global Health Observatory. World health statistics 2022: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals* (Global Health Observatory, Org.).

Ye, T., Guo, Y., Chen, G., Yue, X., Xu, R., Coêlho, M. de S. Z. S., Saldiva, P. H. N., Zhao, Q., & Li, S. (2021). Risk and burden of hospital admissions associated with wildfire-related PM_{2.5} in Brazil, 2000–15: a nationwide time-series study. *The Lancet Planetary Health*, 5(9), e599–e607. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00173-X](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00173-X)