



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CAROLINE HATADA LIMA BOMFIM

**CONHECIMENTO PARA A AÇÃO:
EDUCAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DE AÇÕES DIDÁTICAS
INTERATIVAS**

Caroline Hatada Lima BOMFIM

**CONHECIMENTO PARA A AÇÃO:
EDUCAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DE AÇÕES DIDÁTICAS
INTERATIVAS**

Trabalho de conclusão, a nível doutorado, apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Doutora em Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Eloiza Cristiane Torres

Londrina
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Bomfim, Caroline.

Conhecimento para a ação: Educação Ambiental por meio de práticas educacionais interativas / Caroline Bomfim. - Londrina, 2023.

168 f.

Orientador: Eloiza Cristiane Torres.

Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2023.

Inclui bibliografia.

1. Material paradidático - Tese. 2. Meio Ambiente - Tese. 3. Orientação para ação - Tese. 4. Sustentabilidade - Tese. I. Torres, Eloiza Cristiane. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU 91

CAROLINE HATADA LIMA BOMFIM

**CONHECIMENTO PARA A AÇÃO:
EDUCAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DE AÇÕES DIDÁTICAS
INTERATIVAS**

Trabalho de conclusão, a nível doutorado, apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Doutora em Geografia.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Professora Doutora Eloiza Torres
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Professora Doutora Jucélia Macedo Pacheco
Universidade do Estado da Bahia – UNEB

Professor Doutor Luciano Nardini Gomes
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Professor Doutor Mauricio Moreira dos Santos
Universidade Estadual de Londrina – UEL
Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR

Professor Doutor Sirius Oliveira Souza
Universidade Federal do Vale do São Francisco -
UNIVASF

Professora Doutora Tatiane Dal Bosco
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
UTFPR

Londrina, 19 de julho de 2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por toda a minha trajetória. Por muitas vezes orei e pedi um sinal se eu estava no caminho certo, e se a pesquisa e o doutorado eram realmente para mim. Ele me atendeu.

Agradeço a minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Eloiza Torres, a quem eu admiro e me espelho. Agradeço a pessoa que é, por ter me acolhido durante períodos conturbados da minha trajetória no doutorado, por ter me estendido a mão, sempre com palavras de incentivo e compressão. Agradeço também pela profissional que é, íntegra, ética, humana. Aprendi e aprendo todos os dias com você. Professora Elo, espero que saiba da grande diferença que fez em minha vida, e do quanto sou grata. Obrigada também por ter confiado no meu trabalho, e sempre me dar autonomia em minha pesquisa.

Agraço também a minha orientadora do Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE) Prof^a. Dr^a Gwendolyn Blue da University of Calgary (Calgary, Alberta, Canadá), e todos os membros do departamento de Geografia. Dr^a. Gwen me acolheu de forma tão humana e respeitosa que jamais esquecerei. Vivi em Calgary momentos de muita alegria e descobertas sobre mim e sobre a vida. Esse período e experiências foram fundamentais na minha formação, e hoje me sinto mais confiante e preparada para aceitar desafios e sair da minha zona de conforto.

Agradeço a professora Marcilene Santos, por ter apoiado a realização do material paradidático e aplicado muitos das ações propostas com seus alunos. Estendo meus agradecimentos ao Colégio Polivalente de Londrina, por aceitarem fazer parte desta pesquisa.

Estendo meus agradecimentos a todos os professores do PPGEU-UEL, em especial à Prof^a. Dr^a. Jeani Moura e a Prof^a. Dr^a. Ideni Antonello. Em toda a minha vida acadêmica, nunca me senti tão acolhida. Com vocês aprendi muito além de conteúdos disciplinares extremamente interessantes e válidos para a minha pesquisa e futura carreira profissional. Aprendi sobre a vida, sobre ética, sobre atenção com os alunos, sobre compreensão. Vocês fizeram eu me sentir “em casa”.

Agradeço a minha família por todo o apoio e confiança. Por tornar meus dias mais felizes e minha vida mais completa. Agradeço ao meu marido, Mario, pela compreensão, por sempre “segurar a barra”, por trabalhar de final de semana e feriado para que eu pudesse sempre me dedicar à pesquisa. Agradeço por apoiar meus sonhos e por compartilhar a vida comigo. Pai e Mãe, agradeço imensamente a vocês também. Vocês são meus maiores exemplos, e tudo só foi possível graças a vocês. Agradeço também aos melhores amigos que alguém pode ter: Alfeu, Cintia, Jaqueline, Roger, Tatiane. Vocês são meu apoio e minha alegria. Que felicidade compartilhar momentos com pessoas como vocês!

À CAPES pelo Programa de Demanda Social, processo número 8887.674330/2022-00.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, e por fazer parte desta etapa fundamental da minha vida. Muito obrigada!

BOMFIM, Caroline Hatada Lima. **Conhecimento para a ação:** educação ambiental por meio de ações didáticas interativas. 2023. 65 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

RESUMO

Nos dias atuais, as discussões sobre meio ambiente equilibrado, sustentabilidade e proteção ambiental vem cada vez mais ganhando atenção, seja na mídia, nas pesquisas acadêmicas ou em sala de aula. Discorrer sobre as questões ambientais vai muito além das parcerias entre instituições público-privadas, mas também está relacionada ao papel da sociedade, e o que cada um deve fazer, enquanto cidadãos, para promover a proteção ambiental. O que de fato se busca é um meio ambiente equilibrado, e muitos pesquisadores afirmam que a chave para alcançar este objetivo é através da educação ambiental (EA). Dessa forma, esta tese está dividida em Capítulos, apresentada em formato de 2 artigos. O primeiro artigo corresponde a elaboração e validação de um material paradidático voltado para a EA a cerca dos resíduos sólidos. Este material foi pensado para que fosse complementar ao conteúdo curricular proposto pelo Ministério da Educação, e aplicável dentro de sala de aula, capaz de incentivar a aprendizagem, fazendo com que o aluno tenha mais interesse pelo aprendizado e estudo do tema. Evidenciamos que o professor tem papel importante para a promoção da EA, porém, enfrentam o desafio de ensinar sobre o que vai além do currículo base, além da difícil tarefa de, muitas vezes, não possuírem materiais e recursos disponíveis para tais ações, apesar da vontade de contribuir. O segundo artigo visou uma EA voltada para o conhecimento sobre os ambientes internos. Através de um artigo de Revisão Rápida, mapeamos iniciativas publicadas em revistas que utilizam o monitoramento de CO₂ em espaços educacionais internos como forma de sensibilização e educação sobre o meio ambiente. O CO₂ pode ser utilizado como um proxy para ventilação e, consequentemente, ajudar a detectar problemas na ventilação e possíveis riscos de contaminação por doenças de transmissão aérea. Ambos os artigos enfatizam como o conhecimento é importante para a tomada de decisão, e como ele pode ser construído através da EA. Incentivar a participação dos alunos e da comunidade como um todo através do uso de materiais paradidáticos para a promoção da EA, ou o uso de equipamentos de medição de CO₂ para o melhor conhecimento sobre os ambientes internos, por exemplo, pode ajudar no maior entendimento sobre o meio ambiente, e, de fato, refletir em discussões que levem a sociedade ao verdadeiro desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Material paradidático; Meio Ambiente; Orientação para ação; Sustentabilidade.

BOMFIM, Caroline Hatada Lima. **Knowledge for action:** environmental education through interactive teaching actions. 2023. 65 p. Thesis (Doctorate in Geography) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

ABSTRACT

In present times, discussions about a balanced environment, sustainability, and environmental protection are gaining more and more attention, whether in the media, academic research, or the classroom. Addressing environmental issues goes far beyond partnerships between public and private institutions; it is also related to the role of society and what everyone should do as citizens to promote environmental protection. The real goal is to achieve a balanced environment, and many researchers argue that the key to achieving this objective is through environmental education (EE). Therefore, this thesis is divided into chapters presented in the form of two articles. The first article corresponds to the development and validation of a teaching material focused on EE regarding solid waste. This material was designed to complement the content and be applicable within the classroom, capable of encouraging learning and sparking the students' interest in the subject. We highlight that teacher play an important role in promoting EE; however, they face the challenge of teaching beyond the core curriculum and often lack materials and resources for such actions, despite their willingness to contribute. The second article aimed at an EE focused on understanding indoor environments. Through a rapid review article, we mapped initiatives published in journals that use CO₂ monitoring in indoor educational spaces as a means of raising awareness and educating about the environment. CO₂ can be used as a proxy for ventilation and, consequently, help detect ventilation problems and potential risks of airborne disease transmission. Both articles emphasize how knowledge is important for decision-making and how it can be built through EE. Encouraging student and community participation by teaching materials to promote EE or the use of CO₂ measurement devices to better understand indoor environments, for example, can contribute to a greater understanding of the environment and truly lead to discussions that drive society towards sustainable development.

Keywords: Guide for teachers; Environment; Orientation for action; Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema da tese	14
Figura 2 – Linha do tempo da Educação Ambiental.....	17
Figura 3 – Porcentagem de materiais comumente queimados	37
Figura 4 – Porcentagem de respostas quanto ao hábito da população quanto à queima de RSU	37
Figura 5 – Fluxograma da metodologia.....	39
Figura 6 – Mapa de localização da área de estudo.....	40
Figura 7 – Equipamentos de monitoramento de CO₂.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CO ₂	Dióxido de Carbono
EA	Educação Ambiental
HVAC	<i>Heating, Ventilation and Air Conditioning</i>
IQar	Índice da Qualidade do Ar
MEC	Ministério da Educação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PDSE	Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPP	Projeto Político Pedagógico
QAI	Qualidade do Ar Interno
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UofC	<i>University of Calgary</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
CAPÍTULO 1 – A EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	15
1.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
1.2 HISTÓRICO DA RELAÇÃO ENTRE O MEIO AMBIENTE E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL ..	17
1.3 PRINCÍPIOS BÁSICOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	21
1.4 A PANDEMIA E UM NOVO FAZER NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL	24
CAPÍTULO 2 – ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE UM MATERIAL PARADIDÁTICO PARA UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL VOLTADA PARA RESÍDUOS SÓLIDOS	30
2.1 INTRODUÇÃO	
2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	31
2.2.1 OS MATERIAIS PARADIDÁTICOS.....	31
2.2.2 OS RESÍDUOS SÓLIDOS E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	32
2.3 METODOLOGIA	39
2.3.1 INVESTIGAÇÃO DO PROBLEMA PARA DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	39
2.3.2 O ENTENDIMENTO DO PROFESSOR SOBRE A EDUCAÇÃO AMBIENTAL	41
2.3.3 COMO O TEMA É ABORDADO.....	43
2.3.4 ELABORAÇÃO DO MATERIAL PARADIDÁTICO.....	45
CAPÍTULO 3 – EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA ESPAÇOS INTERNOS CONSTRUÍDOS: O MONITORAMENTO DE CO₂ EM SALAS DE AULA – UMA REVISÃO RÁPIDA	47
3.1 INTRODUÇÃO.....	47
3.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	48
3.2.1 SÍNTESE DA RELAÇÃO ENTRE O CO ₂ E AS DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO AR	48
3.2.2 A REVISÃO RÁPIDA	52
3.3 METODOLOGIA	53
3.3.1 ESTRATÉGIAS DE BUSCA.....	53
3.3.2 O ESCANEAMENTO	54
3.3.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE.....	54

3.3.4	EXTRAÇÃO DE DADOS.....	55
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
	REFERÊNCIAS.....	59

APÊNDICE A – O Material Paradidático – Educação ambiental para professores: Os resíduos sólidos

APÊNDICE B – Artigo 1 – Educação ambiental e resíduos sólidos: uma experiência por meio da elaboração de material paradidático

APÊNDICE C – Artigo 2 – Bringing Environmental Education Indoors: CO₂ monitoring in the classroom – A Rapid Review

INTRODUÇÃO

No Brasil e no mundo, as discussões que envolvem o meio ambiente nunca estiveram tão presentes. O crescimento das cidades e atividades humanas têm levado a uma exploração cada vez mais intensa dos recursos naturais, gerando impactos negativos no meio ambiente. Os impactos ambientais devido a desastres naturais e antrópicos – pandemias, condições meteorológicas extremas, inundações, incêndios florestais – nunca foram sentidos e discutidos de forma tão significativa (Hunter; Richmond, 2022). Movimentos ambientalistas como o *Teach for Future* e o *Fridays for Future* no Brasil e no mundo, envolveu a participação de 1,7 milhões de jovens, chamando a atenção de órgãos governamentais, cientistas, alunos e comunidade em geral para os problemas ambientais.

No entanto, para as estratégias de enfrentamento da problemática ambiental surtirem efeito na construção de sociedades sustentáveis, é necessária uma cooperação entre todos os tipos de intervenção, direta e indireta, incluindo as ações de educação ambiental (EA). O que se defende entre muitos pesquisadores é que somente alcançaremos níveis de compreensão e consciência para a mudança de hábitos e atitudes em prol do meio ambiente, através da EA (Hart; Nolan, 1999; Dunlop et al., 2022). O próprio sucesso da Agenda 2030 nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Organizações das Nações Unidas (ONU) nos leva a crer nessa afirmativa através das metas 4 (Educação de qualidade), 12 (Consumo e produções responsáveis) e 16 (Parcerias público-privadas)

Uma das formas de promover essas ações é através da sensibilização que leva a uma conscientização ambiental, e aprender sobre a importância do meio ambiente equilibrado pode ser eficaz com um aprendizado contínuo, desde os primeiros anos escolares, até a fase adulta. Dessa forma, a EA se torna elemento-chave para uma sociedade com cidadãos informados e empoderados, capazes de entender e mitigar problemas ambientais.

Diante do exposto, definiu-se como problemática central desta pesquisa: como a EA pode ser ferramenta de sensibilização e, consequentemente, conscientização ambiental? De qual forma ela pode ser efetiva? Como o conhecimento para a ação pode ser “peça-chave” para o enfrentamento desta problemática?

Para responder a estas perguntas esta tese foi estruturada em 3 capítulos,

conforme Figura 1.

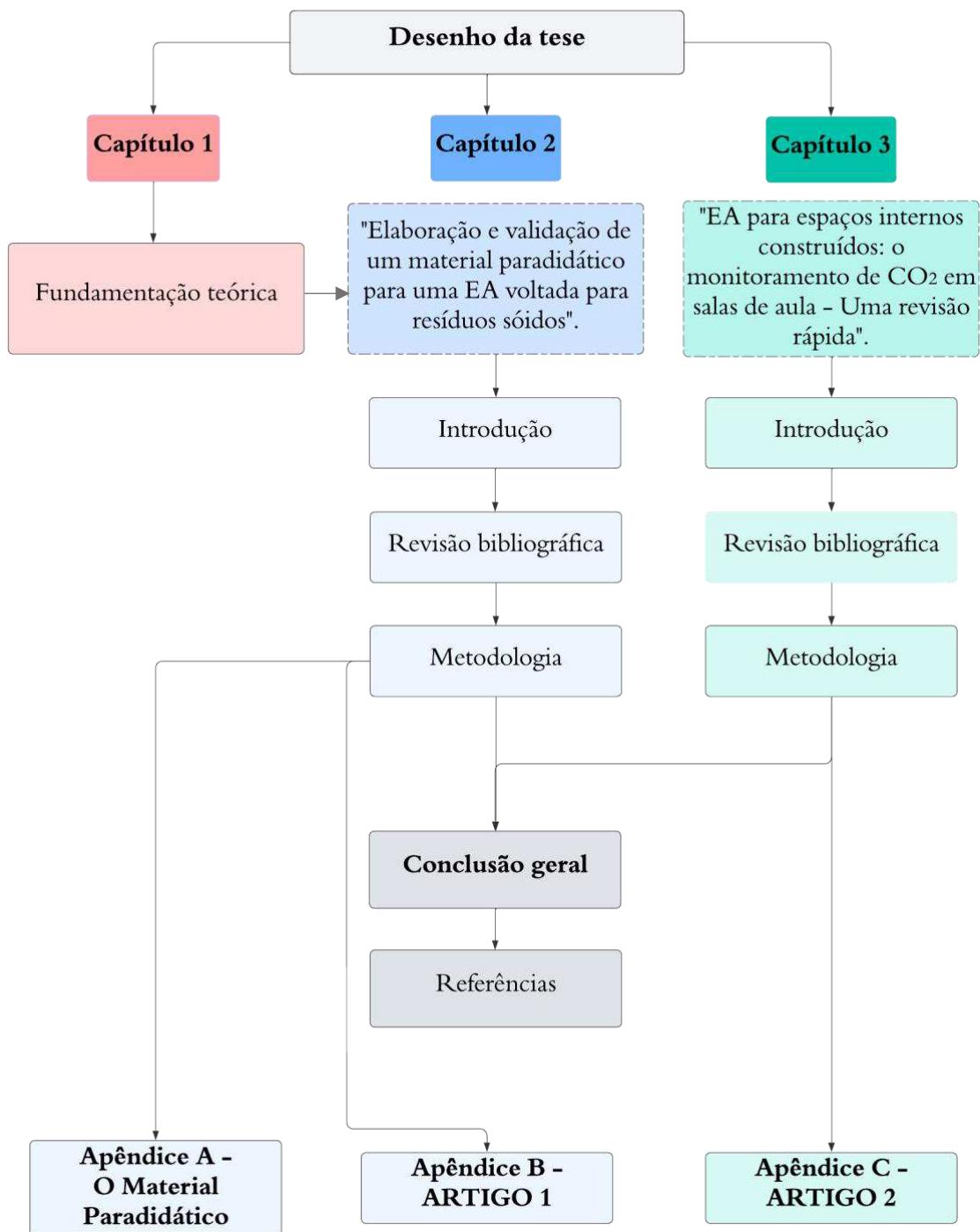
O primeiro capítulo corresponde a Fundamentação Teórica a cerca da Educação Ambiental, sua importância e relevância, o histórico e outros pontos importantes.

O Capítulo 2 corresponde ao Artigo 1, denominado: Elaboração e validação de um material paradidático para uma EA voltada para resíduos sólidos. Nele, é apresentado uma Introdução, a revisão bibliográfica, a metodologia de elaboração do material paradidático. O material paradidático proposto é apresentado no Apêndice A, e o artigo de sua concepção e validação é apresentado no Apêndice B.

O Capítulo 3 corresponde ao Artigo 2, denominado: Educação Ambiental para espaços internos construídos: o monitoramento de CO₂ em salas de aula – Uma Revisão Rápida. Nele, é apresentado uma Introdução, revisão bibliográfica, e a metodologia detalhada. Este artigo foi desenvolvido com os resultados de uma pesquisa de muita relevância. Ela é fruto do trabalho realizado no doutorado Sanduíche, em parceria com a *University of Calgary* (Canadá). O Artigo é apresentado no Apêndice C.

Por fim, as considerações finais pertinentes a esta tese, referências utilizadas e os Apêndices (A – Material Paradidático; B – Artigo 1; C – Artigo 2).

Figura 1: Esquema da tese



Fonte: Autoria própria

CAPÍTULO 1: A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

1.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Durante a Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (RIO-92), a EA foi apresentada como:

Aquela que se caracteriza por incorporar as dimensões socioeconômica, política, cultural e histórica, não podendo se basear em pautas rígidas e de aplicação universal, devendo considerar as condições e estágio de cada país, região e comunidade, sob uma perspectiva histórica. A Educação Ambiental deve permitir a compreensão da natureza complexa do meio ambiente e interpretar a interdependência entre os diversos elementos que confirmam o ambiente, com vista a utilizar racionalmente os recursos no presente e no futuro.

Para a EA ser efetiva, deve ser promovido simultaneamente o desenvolvimento de conhecimento, atitudes e habilidades necessárias para a melhoria da qualidade ambiental. É através da participação da comunidade de forma articulada e consciente que a EA atingiria seus objetivos, promovendo a consciência social e atitudes capazes de mudar comportamentos (Dias, 2003).

A EA deve estar presente, além da prática educacional formal (dentro das escolas, em sala de aula), de modo informal (fora da sala de aula) em várias esferas, sendo necessário aportes teóricos-metodológicos e filosóficos, pensando na forma como ela se apresenta no processo de produção do conhecimento (El-Deir; Pinheiro; Aguiar, 2016). Nesse sentido a EA busca promover a cidadania, na medida que colabora com a formação de uma consciência de direitos e deveres, com a mudança de paradigmas e para o exercício da cidadania.

A maioria dos problemas ambientais tem origens sociais, econômicos, políticos, culturais e éticos (Dias, 1997). Marcatto (2002) afirma que esses problemas se manifestam a nível local, e os residentes são, ao mesmo tempo, causadores e vítimas de parte dos problemas ambientais. São também os mais interessados em resolver a problemática, que somente será sanada se a população local assim desejar. Dessa forma, as ações de EA se tornam uma ferramenta interessante no sentido da sensibilização, onde, através de técnicas e métodos, o processo de tomada de consciência sobre os impactos ambientais é facilitado.

As ações de EA vêm amadurecendo e criando formas/abordagens diferentes ao longo do tempo. Somente nos últimos 30 anos que se têm registros sobre pesquisas críticas dentro desse campo (Hunter; Richmond, 2022). Muito além disso, a EA é interdisciplinar (com relação à prática de muitas disciplinas, mas não em ideias), e passou de uma ênfase na prática (Eulefeld, 1992; Gough, 2013) para um foco na práxis (aplicação prática da teoria (Hunter; Richmond, 2022). Além disso, investiga e busca a interseção dos seres humanos (levando em consideração fatores sociais, culturais e individuais) e o ambiente (natural e físico) (Hunter; Richmond, 2022).

Para Dias (2003), a EA é um processo por meio do qual as pessoas aprendem como dependem e afetam o meio ambiente, e como promover a sua sustentabilidade. Ela desenvolve o conhecimento/compreensão para adquirir valores e atitudes necessárias para lidar com problemas ambientais e encontrar soluções sustentáveis.

Dessa forma, é crescente a necessidade de uma EA que busca conscientizar para situações ambientais críticas, despertar a preocupação dos seres humanos quanto à proteção do meio ambiente, e que impulsiona a correção de hábitos e comportamentos individuais (Suárez-Perales et al., 2021). Sendo assim, a EA não é vista como uma ferramenta para mudar as ações dos indivíduos de forma instrumental, mas uma forma de promover o crescimento pessoal e desenvolver o pensamento crítico (Suárez-Perales et al., 2021).

A EA se torna fundamental para atitudes mais sustentáveis, e merece atenção especial, não apenas dos governantes, mas também dos acadêmicos e toda a sociedade, formulando e executando ações que atendam às necessidades, expectativas e interesses da diversidade dos territórios brasileiros (Sorrentino, 2015).

A Lei Federal 9.795/1999 dispõe sobre a EA e institui a Política Nacional de Educação Ambiental, visando, principalmente:

- I – o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;
- II – a garantia de democratização das informações ambientais;
- III – o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;
- IV – o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;

V – o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualmente, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;

VI – o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;

VII – o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade (BRASIL, 1999).

Para Dias (2011), devemos reconhecer as similaridades do mundo, enquanto respeitamos as especificidades de cada local, sendo resumido através do lema da EA: “Pense globalmente, aja localmente”.

1.2. HISTÓRICO DA RELAÇÃO ENTRE O MEIO AMBIENTE E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A linha do tempo com os principais eventos relacionados à EA é apresentada na Figura 2.

Figura 2: Linha do tempo da Educação Ambiental



Fonte: Autoria própria.

Em seu livro “Elementos da História da Educação Ambiental”, Dias (2003) apresenta os elementos da história da EA, com início em 40.000 a.C, onde relata a relação do ser humano com a natureza e os costumes de caça e cozinha.

Em 1500, com a chegada dos portugueses ao Brasil, os relatos dizem que, em 1º de maio, na realização da segunda missa, fez-se uma grande cruz de madeira e abriu-se uma clareira, o que precedia então a devastação das florestas e a aculturação do povo indígena, que era de aproximadamente, 4 milhões. Neste ano, deu início no Brasil a exploração dos recursos naturais, fauna e flora, principalmente do pau-brasil.

No ano de 1542, a primeira Carta Régia do Brasil estabeleceu normas para o corte de madeira, determinando sanções. Essa pode ter sido a primeira iniciativa de punição contra os danos ao meio ambiente.

Em 1822 registrou-se as primeiras observações de cunho ecológico feitas pelo brasileiro José Bonifácio de Andrade e Silva, e em 1827, na Carta da Lei de Outubro, delegou-se poderes aos juízes de paz das províncias para a fiscalização de nossas florestas. Nota-se que essa função foi atribuída às pessoas não especializadas.

Em 1850, D. Pedro II proíbe a exploração florestal, que é ignorada. Observa-se, então, uma grande devastação para a instalação da monocultura para alimentar as exportações brasileiras.

A década entre 1859 e 1869 foi marcada pelas descobertas e publicações que relacionavam o ser humano com a natureza, e sua interdependência. É lançado o livro “A Origem das Espécies” de Charles Darwin (1859) e “O Homem e a Natureza: a geografia física modificada pela ação do homem” (por George Perkin Marsh em 1864), que é considerada a primeira publicação dos danos antrópicos ao meio ambiente. Ele prevê em seu livro que toda a exploração causaria danos irreparáveis à natureza.

O primeiro relato sobre a EA se deu em 1889, através do escocês Patrick Geddes, considerado o “pai” da EA. Em seu livro (Por Dentro da Educação Ambiental), ele afirma que uma criança em contato com o meio ambiente local, não só aprende melhor, mas também desenvolve atitudes criativas com o mundo a sua volta.

Em 1920, o pau-brasil foi considerado extinto, e o então presidente, Epitácio Pessoa observou que o Brasil era o único país com grande quantidade de vegetação, que não possuía um código florestal, que só foi estabelecido em 1934 no país, mesmo ano da 1ª Conferência Brasileira de Proteção à Natureza.

O livro considerado crucial para os estudos em EA (*Actually in the school*) foi publicado em 1938, e somente em 1945 surgiram os estudos ambientais no ensino na Grã-Bretanha.

Em 1958 foi criada a Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBNC), que dura até os dias de hoje. O período mais influente foi em 1989.

Em 1962 é lançado o livro “Primavera Silenciosa”, onde foi narrado os problemas ambientais enfrentados, principalmente pelo modelo de desenvolvimento econômico adotado, servindo de alerta para a comunidade.

Após a Segunda Guerra Mundial, os estudos sobre o meio ambiente e a educação a partir do entorno começaram a estar presentes, sendo que a primeira menção à EA se deu em 1968, na Grã-Bretanha. Neste mesmo ano, trinta especialistas passaram a se reunir em Roma para discutir a crise ambiental e o futuro da humanidade, formando o Clube de Roma. Os cientistas estabeleceram modelos globais para predizer como seria o futuro se não houvesse modificações nos modelos adotados de desenvolvimento econômico.

Em 1970, é publicado o manual *A Place to Live*, se tornando um clássico em EA.

O reconhecimento internacional da necessidade de preservação ambiental fica evidente somente em 1972, a partir da Conferência de Estocolmo, com a presença de 113 países. Nela, é gerada a “Declaração sobre o Ambiente Humano”, visando estabelecer uma visão global e princípios comuns para a orientação da humanidade frente à preservação e melhoria do ambiente humano. Recomendou-se também nessa Conferência, um programa internacional de EA como elemento crítico para combater a crise ambiental no mundo, quando se instituiu o Programa Internacional de Educação Ambiental das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura (UNESCO), e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Em 30 de outubro de 1973, é criado no Brasil a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), pioneiro na gestão integrada do meio ambiente.

Em resposta à Conferência de Estocolmo, é promovido na Iugoslávia o Encontro Internacional em Educação Ambiental, com a participação de 65 países. Nele, é formulado os princípios e orientações para um programa internacional de EA (PIEA), que deve ser contínua, multidisciplinar, integrada às diferentes regiões, e voltada para os interesses nacionais. O fruto deste encontro foi a Carta de Belgrado, documento histórico para as questões ambientais.

Com a cooperação de várias entidades brasileiras, em 1976 foi realizado o Curso de Extensão para Profissionais de Ensino do 1º grau, capacitando cerca de 4 mil pessoas, entre professores e administradores. No mesmo ano, o Ministério da

Educação (MEC) forma o Protocolo de Intenções, objetivando incluir temas ecológicos nos currículos escolares de 1º e 2º grau.

Em 1977, em Tbilisi, na antiga União Soviética, ocorreu um dos eventos mais importantes para a EA, a Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental, onde foram definidos objetivos e estratégias para a EA. Neste mesmo ano (1977) a disciplina de Ciências Ambientais passou a ser obrigatória para os cursos de engenharia no Brasil, e se criou vários cursos relacionados ao meio ambiente.

O ano de 1981 foi marcado pela sanção da lei 6.938, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e pelo lançamento da primeira revista internacional destinada aos profissionais de EA, a *The Environmentalist*.

Em 22 de fevereiro de 1989 surgiu o IBAMA, visando formular, coordenar e executar a Política Nacional de Meio Ambiente, e em 1991, o MEC instituiu o Grupo de Trabalho em EA, com o objetivo de implementar a EA no país.

Em 1992, vinte anos após a primeira conferência sobre o meio ambiente (Conferência de Estocolmo), em meio ao avanço da globalização, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, ou a ECO-92, cujo objetivo principal era debater os problemas ambientais mundiais. O principal documento produzido foi a Agenda 21, um programa de ação para o desenvolvimento ambiental racional cujo, um dos temas, era a educação e o treinamento como instrumento da construção de uma consciência ambiental e da capacitação de quadros para o desenvolvimento sustentável

Em 1997, ocorreu em Thessaloniki, na Grécia, a Conferência Meio Ambiente e Sociedade: Educação e Consciência Pública para a Sustentabilidade, onde foi sugerido que os líderes mundiais fornecessem os meios necessários na busca por um futuro mais sustentável, que as escolas fossem encorajadas e apoiadas a ajustarem seus currículos visando a sustentabilidade, e que todos os atores sociais contribuissem para a Agenda 21.

Prevista pela lei 9.795 de 27 de abril de 1999, a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) estabelece as diretrizes para a EA no país. Ela reafirma que é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal. Estabelece ainda que o poder público tem o dever de definir políticas públicas que incorporem a EA nas escolas e na sociedade; as instituições educativas devem promovê-la de maneira integrada aos programas

educacionais existentes; os meios de comunicação de massa devem colaborar de forma ativa e permanente disseminando informações e práticas educativas em sua programação; as empresas, públicas e privadas, devem promover programas destinados à capacitação dos trabalhadores; e a sociedade, como um todo, deve se atentar à formação de valores, atitudes e habilidades que propiciem a prevenção ambiental.

Em 2002 aconteceu a Rio+10, cujo objetivo foi de avaliar os resultados da Rio-92, além de estabelecer novas metas mais ambiciosas e específicas para as questões ambientais. Encerrou-se com poucos avanços e sem o estabelecimento de meios para cobrar os países dos acordos feitos.

A Rio+20 teve por objetivo discutir sobre a renovação e o estabelecido na Rio+10, e contou com a presença de 188 países.

Para que a atuação do poder público na EA possa ocorrer, tanto no âmbito da educação, quanto entre as ações voltadas à proteção, recuperação e melhoria socioambiental, propiciando um efeito multiplicador na sociedade, foi criado o ProNEA, um esforço do governo federal das condições necessárias para a gestão da PNEA (MMA, 2005).

1.3 PRINCÍPIOS BÁSICOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A Conferência de Tbilisi é um dos principais encontros para a EA, onde definiu-se os objetivos, características, estratégias e recomendações. Nela, foi sugerido que:

- a) fossem incluídos ao conteúdo educacional, diretrizes e atividades relacionadas ao meio ambiente;
- b) intensificação de trabalhos, reflexão, pesquisa e inovação relacionados à EA;
- c) Troca de experiências, pesquisas, documentações e materiais visando disponibilizar materiais para docentes e especialistas no assunto;
- d) Ajuda no fortalecimento dessa colaboração através da solidariedade de todos os povos, promovendo a compreensão internacional.

A Conferência leva em consideração que existem problemas ambientais, e que, através da EA, se pode compreender tais problemas, na adoção de critérios que

contribuem na orientação dos esforços para o desenvolvimento ambiental, através da consciência, conhecimento, comportamento, habilidades e participação (Dias, 2003).

Sendo assim, estabeleceu-se princípios básicos para a EA. São eles:

1) *Considerar todos os aspectos do meio ambiente. Não só naturais, mas também os criados pelo homem (político, social, econômico, científico-tecnológico, histórico-cultural, moral e estético).*

Para se compreender o meio ambiente, deveríamos ter uma visão holística, ou seja, considerando todos os aspectos devido à complexidade da questão ambiental, suas interdependências.

2) *A EA deve ser um processo contínuo e permanente, durante toda a vida, no ensino formal e não-formal.*

O ensino formal é aquele que acontece dentro de instituições de ensino, e não-formal, fora. A EA deve acontecer também em casa e dentro das empresas. Portanto, de forma contínua, durante toda a vida.

De acordo com Dias (2003), deve-se realizar uma revisão do conteúdo programático, a fim de incorporar a EA na educação formal, e o tratamento dos temas de forma transversal, reunindo diferentes disciplinas em torno de um tema. Ainda, capacitar as escolas e o docente é fundamental.

Para a EA não-formal, Dias (2003) recomenda a elaboração de um perfil ambiental na comunidade ou instituição para o qual se planeja executar a EA. Dessa forma, terá um planejamento seguro, mais próximo da realidade e das carências locais. Os métodos para as ações de EA não-formal podem ser através de mapas, murais, faixas, maquetes, vídeos, cartilhas, jogos, oficinas, apostilas...

3) *Aplicar um enfoque interdisciplinar, aproveitando o conteúdo de cada disciplina.*

O objetivo é, então, o enfoque interdisciplinar, priorizando a ação conjunta de diversas disciplinas em torno de temas específicos. A EA deve mostrar a perspectiva global da realidade e não somente científica ou biológica (DIAS, 2003).

- 4) *Levar em consideração as principais questões ambientais, sob ponto de vista local, regional, nacional e internacional.*

Avaliar qual a melhor forma de atuar com a EA, de acordo com as condições sociais, políticas e econômicas da região. Levar em conta todas as particularidades do local e da população.

- 5) *Concentrar-se nas condições ambientais atuais e a perspectiva histórica.*

Comparar se as condições passadas tinham características diferentes das atuais, e verificar se foi benéfico ou não. Isso pode ser feito através de moradores que vivem há mais tempo no local, avaliando/comparando a qualidade do meio ambiente.

- 6) *Pleitear a necessidade da cooperação local, nacional e internacional para prevenir e resolver problemas ambientais.*

Estimular a ação cooperativa entre indivíduos, governo e instituições. A soma dos esforços é fundamental para o sucesso na resolução de problemas ambientais.

- 7) *Considerar os aspectos ambientais nos planos de crescimento e desenvolvimento.*

Atrelar o desenvolvimento econômico e social, juntamente com um ambiente saudável e ecologicamente equilibrado, através do desenvolvimento sustentável¹.

Atualmente, o objetivo central da EA é a promoção do desenvolvimento sustentável (Dias, 2003).

- 8) *Auxiliar a descoberta dos sintomas e causas dos problemas ambientais.*

A EA deve proporcionar o conhecimento e as habilidades necessárias para

¹ Modelo de desenvolvimento que permite suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É pautado no tripé, social, econômico e ambiental.

auxiliar as pessoas na tomada de decisão visando a melhoria da qualidade ambiental.

9) *Desenvolver o senso crítico na população, destacando a complexidade do tema.*

As escolas precisam ser comprometidas com as mudanças, também no conteúdo programático. A população também deve entender o tema e distinguir a problemática.

10) *Utilizar diversos ambientais educativos e métodos de comunicação.*

Dias (2003) afirma que uma das falhas mais comuns em ações de EA é quando não há participação da comunidade, pois se trabalhou somente com informação, sem incluir atividades de sensibilização. Se a pessoa não é sensibilizada, ela não valoriza os problemas ambientais.

Apesar desse tópico valorizar bastante o papel da EA na educação, a pandemia da COVID-19 trouxe novos desafios, principalmente na passagem dos alunos para o modelo de aula virtual (aulas totalmente remotas), e depois para o modelo híbrido.

1.4 A PANDEMIA E UM NOVO FAZER NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Faz-se necessário este item para relatar os impactos diretamente sofridos durante a pandemia da COVID-19 para a execução desta pesquisa, principalmente por se tratar de uma área tão importante e afetada: a educação.

Apesar da pandemia da COVID-19 ter afetado o cronograma de execução previsto para este trabalho, as circunstâncias e adaptações que se fizeram necessárias também trouxeram professores e alunos engajados com a tecnologia, e em constante busca por alternativas para estimular a aprendizagem em sala de aula, virtual ou presencial. Ela afetou tanto a elaboração e validação do apresentado no Capítulo 2 (Artigo 1), quanto o apresentado no Capítulo 3 (Artigo 2).

No Capítulo 2, cujo objetivo é estimular a EA voltada para resíduos sólidos em escolas municipais e estaduais através de material paradidático direcionado para professores, o conteúdo foi pensado e formulado para este novo público, de

professores e alunos que já entendem a necessidade da busca por formas alternativas de ensinar e aprender, e que está adaptado e adequado ao novo cenário, com o uso de QRCodes, Podcasts, e da internet. Por outro lado, o material paradidático também foi pensando visando formas simples, mas eficientes, de aplicar ações de EA com os alunos, e que não demandassem recursos de difícil acesso, inclusive os financeiros. Buscou-se elaborar um material inclusivo e participativo, que levasse em consideração as possíveis mudanças que ocorrerão na educação pós-pandemia.

No Capítulo 3, o assunto se tornou ainda mais relevante após o início da pandemia. Existe um consenso entre os cientistas que o monitoramento da qualidade do ar em ambientes internos (QAI), como as salas de aula, pode acarretar um ambiente mais seguro para professores e alunos. O QAI se liga à saúde, conforto e desempenho, levando em consideração parâmetros de temperatura, umidade e a concentração de gases como o CO₂ (e.g. Wagnocki et al., 2006; Almeida et al., 2014; Schendell et al., 2004). O que todas essas pesquisas têm em comum (datadas antes da pandemia do COVID-19) é o relato da importância de sistemas de ventilação eficazes, pois o CO₂ pode servir como um *proxy* para a ventilação. Isso ficou ainda mais evidenciado em pesquisas após o início da pandemia, relatando seu papel importante para conter a propagação de doenças transmitidas pelo ar (e.g. Di Gilio et al., 2021; Corsi et al., 2021). Dessa forma, conhecer os ambientes internos e saber quais medidas tomar quando as concentrações de CO₂ estão acima do valor recomendado também é EA, porém, voltada para ambientes construídos, e não só para o ambiente natural, como é o mais comum.

A pandemia COVID-19 desafiou os sistemas econômicos e de saúde no mundo. A América tem estado entre o continente com mais casos e mortes registrados pela pandemia do coronavírus (COVID-19), e o Brasil ocupa o terceiro lugar mundial em termos de número total de casos, e o segundo em número de mortes. Em 04 de abril de 2023, os números ultrapassavam 685 milhões de casos confirmados e de 6.8 milhões de mortes no mundo. No Brasil, mais de 37 milhões de casos confirmados e mais de 700 mil mortes. Mais de 173 milhões de pessoas receberam ao menos duas doses da vacina contra a COVID-19 no país, o que corresponde a 80,6% da população (BRASIL, 2023).

O Brasil declarou a COVID-19 como emergência pública em 3 de fevereiro de 2020, e a Lei da Quarentena, nº 13.979 (BRASIL, 2020) foi aprovada em 6 de fevereiro do mesmo ano, que dispunha sobre as medidas para enfrentamento da emergência

de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus, responsável pelo surto de 2019. Visava proteger a população por meio da quarentena e isolamento social.

O primeiro caso de COVID-19 no país foi registrado em 26 de fevereiro de 2020 em São Paulo. Negócios, indústrias, instituições de ensino e serviços não essenciais foram fechadas pela primeira vez em todo o país em março de 2020. Somente em 5 de maio de 2023 a OMS declarou fim do status de Emergência de Saúde Pública.

As medidas públicas para mitigar a propagação do vírus são muito mais difíceis de implementar em países de baixa e média renda. Disparidades socioeconômicas comprometem o acesso a saneamento adequado para uma parte da população, e há menos oportunidade de trabalhar em casa e mais moradias lotadas nesses países. Também há atraso no acesso aos cuidados de saúde, menor capacidade das unidades de terapia intensiva (UTI) e menor disponibilidade de testes diagnósticos para o vírus (Marcolino et al., 2021).

A pandemia do COVID-19 levantou inúmeras questões sobre as interações entre a ocorrência de novas infecções, e o meio ambiente, o clima e a saúde. A União Europeia solicitou o projeto H2020HERA que visa estabelecer prioridades na investigação sobre ambiente, clima e saúde para identificar as necessidades de investigação relevantes em relação ao COVID-19. O surgimento e disseminação desta doença pode estar relacionado à urbanização, destruição do habitat, comércio de animais vivos, pecuária intensiva e viagens globais (Barouki et al., 2021).

Tanto a pandemia quanto a resposta social à doença provocaram uma série de mudanças comportamentais e sociais que podem permanecer por um longo tempo após a pandemia e podem ter efeitos de longo prazo na saúde, incluindo a saúde mental. A COVID-19 influenciou o comportamento, as condições de trabalho e os negócios, incluindo o aumento da digitalização e a diminuição das interações físicas e da mobilidade, podendo ter efeitos duradouros no ambiente construído e na forma como as cidades são organizadas. Tanto a pandemia quanto as medidas de controle da doença destacaram grandes desigualdades na maioria das sociedades, o que pode aumentar ainda mais com a crise econômica. O projeto HERA exemplificou as questões de pesquisa relacionadas aos impactos do COVID-19 e a resposta social à pandemia, oferecendo lições para a saúde ambiental e questões pesquisáveis (Barouki et al., 2021). Estes são discutidos e mostrados no Quadro 1.

Impactos da COVID-19 e resposta social	Questões de pesquisa
Mudanças comportamentais	
Consumir menos ou diferentes bens e serviços	Qual é a relação entre consumo, sustentabilidade ambiental e bem-estar humano? O consumo reduzido ou alterado pode ser mantido após a pandemia?
Frequentando parques e espaços verdes	Qual a melhor forma de equilibrar os riscos e benefícios das visitações a espaços verdes? Quais as implicações para o planejamento urbano?
Mudando para caminhada e ciclismo	Quais foram os benefícios desta mudança?
Pedidos de comida e outros itens essenciais online, para entrega	Quais são as implicações para a saúde e o meio ambiente do aumento do comércio eletrônico?
Mudanças no local de trabalho	
Trabalhando em casa	Como o trabalho remoto afeta a produtividade? E as interações entre pessoas?
Exposição ocupacional ao vírus e medidas de proteções para diferentes grupos ocupacionais	Quais grupos ocupacionais são mais afetados? Quais estratégias de proteção são eficazes e sustentáveis?
Urbanização	
Reaproveitamento de ruas de veículos para caminhada e ciclismo	Até que ponto essas mudanças podem conduzir a uma mudança de longo prazo? Quais os benefícios para a saúde e meio ambiente?
Melhor qualidade do ar devido à redução da utilização de combustíveis fósseis	Quais foram os benefícios para a saúde e meio ambiente? Como o ar mais limpo pode ser mantido?
Papel do meio ambiente e das condições	Haverá uma mudança em direção à vida

de vida	suburbana/rural, e quais serão as implicações?
---------	------------------------------------------------

Quadro 1: Questões de pesquisa relacionadas aos impactos da COVID-19 e a resposta social à pandemia

Fonte: Barouki et al., 2021.

Diante do Quadro 1, percebe-se que existem questionamentos sobre a durabilidade das mudanças após o final da pandemia de COVID-19, e podemos ressaltar o item disposto em Mudanças no Local de Trabalho. Como descrito anteriormente, as escolas municipais, estaduais e universidades seguem de maneira não regular desde março de 2020. Cerca de 48 milhões de estudantes deixaram de frequentar atividades presenciais, e mais de 2 milhões de professores tiveram que se adaptar a um novo estilo de vida e a uma nova forma de ensinar, dentro de um processo de ensino-aprendizagem mediada pela tecnologia. A enorme diversidade de realidades educacionais, sociais e econômicas no país também aumentam o desafio (BRASIL, 2021).

Uma pesquisa feita pelo programa Cidades Globais do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (USP) aplicaram uma pesquisa intitulada “Educação, Docência e a COVID-19”, com um questionário composto de 26 questões, a todos os educadores da Rede Estadual de Educação de São Paulo (Grandisoli, et al., 2021). O objetivo principal da pesquisa era fornecer embasamento para criação e implementação de políticas públicas voltadas à educação durante a pandemia. Foram obtidas 19.221 respostas ao questionário, em 544 diferentes municípios paulistas (84% de representatividade). As principais respostas encontradas foram:

- 70% dos que responderam estão entre 36 e 55 anos, sendo a maioria atuante nos ensinos Fundamental anos finais e Ensino Médio;
- Os principais sentimentos associados à pandemia são: medo, tristeza, insegurança, ansiedade, angústia e incerteza;
- 53% se consideram muito ou totalmente vulneráveis a contrair o vírus da COVID-19;
- 63% afirmaram manter uma boa saúde mental e 72% afirmaram não sentir necessidade de apoio especializado;
- Os sentimentos desafio, aprendizado e inovação correspondem a 30% dos sentimentos relacionados ao modelo de educação mediado por

tecnologia. No geral, 62% dos sentimentos citados foram classificados como positivos;

- 51% se sentem inseguros com relação à atuação nesse novo modelo;
- 70% afirmam se sentir aptos a desempenharem suas funções mediada por tecnologia;
- 68% se sentem apoiados pelos processos de formação em cursos;
- 85% têm a percepção de que os estudantes aprendem menos ou muito menos via educação mediada por tecnologia;
- 80% e 68% afirmam, respectivamente, que sua atuação como doente e a educação em sentido mais amplo, vão mudar para melhor no período pós-pandemia.

Ainda, a pesquisa afirma que existe a urgência na revisão do atual modelo de educação mediada pela tecnologia, e a adoção de novos formatos que garantam a aprendizagem significativa dos estudantes. Existe então a necessidade da busca por novos formatos tecnológicos e da intensa e efetiva formação dos professores e outros profissionais da educação. Novos modelos híbridos (presencial + remoto) serão capazes de garantir o melhor dos dois mundos para educadores e estudantes (Grandisoli, 2021). Os primeiros anúncios sobre a ação do modelo híbrido de educação pelo Governo do Paraná se deram em dezembro de 2020, com início em 18 de fevereiro de 2021. A proposta foi que as turmas fossem divididas, em um revezamento onde um grupo de estudantes acompanhasssem as aulas presencialmente, na escola, e o outro grupo participassem da mesma aula, simultaneamente, de forma remota, em casa. A participação dos alunos no sistema híbrido não seria obrigatória.

Pesquisa, prototipação e testagem de novos modelos educacionais de forma participativa e colaborativa, apoiados por políticas públicas, subsídios, profissionais capacitados e garantia de acesso igualitário aos estudantes são caminhos que se mostram fundamentais para o presente e para o futuro da educação e que emergem de forma ainda mais inclusiva graças à pandemia da COVID-19 (Grandisoli, 2021).

CAPÍTULO 2: ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE MATERIAL PARADIDÁTICO PARA UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL VOLTADA PARA RESÍDUOS SÓLIDOS

2.1 INTRODUÇÃO

No Brasil, EA não é uma disciplina curricular de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) proposto pelo Ministério da Educação (MEC). Dessa forma, a utilização de materiais paradidáticos podem ser excelentes alternativas para abordagem como forma, tanto no auxílio a professores, quanto para o aprendizado do aluno. A maioria dos materiais paradidáticos possuem o caráter complementar em relação ao conteúdo base da BNCC, sendo necessário que o professor desenvolva suas próprias metodologias para auxiliar o processo de aprendizagem. O proposto nesse material é justamente auxiliar o professor nesta metodologia.

Diante do exposto, definiu-se como problemática central para o Capítulo 2 dessa pesquisa: como elaborar um material paradidático para auxiliar os professores nas ações de EA? A partir deste questionamento, surgiram outros, como: os professores teriam interesse, e fazem uso deste tipo de material? Como as propostas deste material poderiam ser acessíveis a todos os professores e escolas, mesmo as com recursos limitados? Qual ações seriam mais interessantes, levando em consideração as diferentes faixas etárias? Quais seriam as melhores propostas metodológicas para que as ações de EA do material pudessem ser aplicadas, dentro de sala de aula, e levando em consideração que a matriz curricular da BNCC não contém a temática da EA?

Sendo assim, foi traçado o objetivo geral: produzir um livro paradidático com atividades práticas e acessíveis, que servisse como “Guia” para os professores aplicarem ações de EA voltada aos resíduos sólidos como conteúdo complementar. E para auxiliar nesse objetivo, foram traçados os objetivos específicos: identificar se os professores já fazem uso de materiais paradidáticos de auxílio; identificar se o material seria, de fato, útil; validar o material para poder ser replicado.

Este capítulo é composto por uma revisão bibliográfica sobre o tema, e a metodologia de elaboração do material paradidático,

2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.2.1 Os materiais paradidáticos

De acordo com Munataka (1997), os livros paradidáticos são:

Livros que, sem apresentar características próprias dos didáticos (seriação, conteúdo segundo um currículo oficial ou não etc.), são adotados no processo de ensino e aprendizagem nas escolas, seja como material de consulta do professor, seja como material de pesquisa e de apoio às atividades do educando [...] em suma, o que define os livros paradidáticos é o seu uso como material que complementa (ou mesmo substitui) os livros didáticos. Tal complementação (ou substituição) passa a ser considerada como desejável, na medida em que se imagina que os livros didáticos por si sejam insuficientes (Munataka, 1997, p.33).

Tendo em vista esta definição, o autor destaca a necessidade de material adicional ao livro didático, e a utilização dele como recurso para o processo de ensino aprendizagem, seja como material de pesquisa, de apoio às atividades do aluno e até como material de consulta do professor, foco deste trabalho.

A história indica que o termo “paradidático” surgiu na década de 70, quando se iniciou, no Brasil, a produção de materiais com conteúdo adicional aos livros didáticos, começando a ser organizados em coleções, series, e voltados para a cultura cotidiana (Rangel, 2014). Ficou ainda mais evidenciado essa diferença entre o livro didático e o paradidático quando o segundo passou a abordar temáticas transversais, se tornando um auxílio, uma adição ao conteúdo abordado em sala de aula

A maior aceitação e uso dos materiais paradidáticos em sala de aula se deu a partir da década de 80, principalmente pelos professores de Língua Portuguesa. Para Menezes (2001), são materiais que, sem serem propriamente didáticos, são utilizados para este fim, tendo por característica aspectos mais lúdicos e buscando maior eficiência do ponto de vista pedagógico. São adotados de forma paralela aos materiais convencionais (didáticos), não com o intuito de substituir, mas de abordar temas complementares ou transversais.

Em sua pesquisa, Lopes (2011) afirma que o material paradidático é uma alternativa para a diversificação do conteúdo estudado em sala de aula, e pode suprir

as deficiências do livro didático convencional, explorando uma realidade, muitas vezes desconhecida, até pelo professor. Para Munataka (1997), o material paradidático ainda gera estranheza entre os professores, e é uma invenção tipicamente brasileira. Ele afirma que não é que esse tipo de material não exista outros países, é que lhes falta o nome.

Quando se trata de EA, o grande desafio é como trazer a interdisciplinaridade para o tema e, de acordo com Rossini e Cenci (2020), esse obstáculo se torna ainda maior pela dificuldade em encontrar informações sobre a problemática ambiental, de forma contextualizada e de fácil acesso e entendimento. De acordo com os autores, há dificuldade em mostrar ligações: como estão relacionados o desmatamento, queimadas e erosão? Qual a correlação entre assoreamento, enchentes, seca e as mudanças climáticas? E o desequilíbrio na cadeia alimentar e o surgimento de pragas?

Ainda, Rossini e Cenci (2020) questionam: como podemos sensibilizar/conscientizar crianças sobre os problemas relacionados ao meio ambiente se elas não conhecem muito da fauna e flora locais? Como falar sobre o desmatamento, na Amazônia, com o mato crescendo nas calçadas? Como trabalhar a questão dos resíduos sólidos e a poluição causada por ele caso não tenha um gerenciamento correto, se as crianças somente veem o “lixo indo embora” quando o caminhão passa recolhendo?

Todos esses assuntos podem ser abordados em materiais paradidáticos, tanto instruindo professores em como abordar temas relacionados (foco deste trabalho), quanto em sugestões práticas para o entendimento dos alunos quanto ao tema.

2.2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Percebe-se que, ao longo dos anos, houve um aumento na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil, muito pelo aumento da população, incentivo ao consumo e a obsolescência programada. A facilidade em se comprar algo novo sem a real necessidade, aumenta ainda mais a utilização dos recursos naturais, fazendo com que cada vez mais, e mais cedo, os produtos são descartados, tornando-se resíduos. Além disso, o aumento do poder aquisitivo da população é diretamente

proporcional à quantidade de resíduo gerado. Com a maior geração de resíduos, os serviços de coleta e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos devem ser ainda mais adequados e sem falhas, havendo a necessidade de acordos bem estabelecidos entre a população/empresas e o poder público, a fim de aumentar ainda mais os possíveis impactos ambientais.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (BRASIL, 2010) foi um marco no gerenciamento de resíduos sólidos no país nas mais diversas atividades. Pautando-se no conceito de responsabilidade compartilhada, os cidadãos, governo, setor privado e a sociedade civil organizada passaram a ser responsáveis pela gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos que geram.

Os resíduos sólidos são aqueles resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente viáveis em face à melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2004). Quando se trata de RSU, eles podem ser comumente divididos em recicláveis, rejeitos e orgânicos.

Os resíduos recicláveis são os materiais que, ao sofrer alteração de suas propriedades físico-químicas ou biológicas, podem se transformar em insumos ou produtos novos (BRASIL, 2010). Os rejeitos são classificados como aqueles que não possuem tratamento e recuperação por processos tecnológicos e/ou economicamente viáveis, sendo que devem ser destinados de forma ambientalmente adequada (BRASIL, 2010). E os resíduos orgânicos são constituídos por restos animais e/ou vegetais e podem ter diversas origens, como a doméstica, urbana, agrícola, industrial e de saneamento (MMA, 2018). A composição e porcentagem desses materiais variam, principalmente com o desenvolvimento do país e os níveis socioeconômicos da população. Aqueles com maior renda apresentam menores taxas de geração de resíduos orgânicos (UNEP, 2015). Em escala global, 44% do que é gerado são os orgânicos (que podem chegar a 56% em países subdesenvolvidos) e 38% são os recicláveis (Kaza et al., 2018).

Em 2016, a população mundial gerou cerca de 2,01 bilhões de toneladas de RSU, com estimativa de aumento para 3,4 bilhões em 2050 (Kaza et al., 2018).

Somente o Brasil gerou 82,5 milhões de toneladas de resíduos domiciliares e públicos em 2021, dos quais 45,80 milhões de toneladas foram destinados para aterros sanitários (ABRELPE, 2022), considerado a forma de disposição correta somente dos rejeitos no país (BRASIL, 2010), e 39,8% do total de RSU gerado foram dispostos em unidades de disposição final não inadequada (aterro controlado e lixões). A PNRS estabeleceu o ano de 2014 para o fim dos lixões a céu aberto e aterros controlados, porém, essa meta não foi alcançada, e um novo projeto de lei recentemente aprovado definiu os anos de 2021 a 2024 para regularização e implantação de locais para a destinação final ambientalmente adequada, dependendo do tamanho da população do município. Em 2018, 26,8% das cidades brasileiras ainda destinaram seus RSU a lixões (BRASIL, 2022), e existem cerca de 3 mil unidades deles no país, sendo responsáveis pela contaminação do solo e das águas, e pela poluição do ar (principalmente através da queima de RSU e incêndios involuntários (ISWA, 2015).

Para os resíduos recicláveis, a PNRS estabeleceu que estes devem ser enviados a cooperativas de reciclagem através da coleta seletiva (BRASIL, 2022), estando presente em somente 74,4% dos municípios brasileiros. São cerca de 1829 organizações, distribuídos em 827 municípios, com mais de 27 mil catadores vinculados a associações ou cooperativas. Para que o trabalho seja feito de forma efetiva, é necessária a cooperação da população na separação dos resíduos, não enviando para as cooperativas de reciclagem outros materiais, que não os recicláveis.

O manejo de resíduos sólidos no país (orgânicos e recicláveis) resultou num gasto de 27,3 bilhões no país, empregando 334 mil trabalhadores. Apenas 47,0% dos municípios fazem a cobrança na coleta de RSU, sendo que o valor arrecadado cobre somente 54,3% dos custos (BRASIL, 2022).

Ainda, existe a classe dos resíduos que não se enquadram nem em rejeitos, nem em recicláveis, sendo que estes recebem algumas particularidades na sua destinação final ambientalmente adequada. A Lei Federal 12.305/2010 também estabelece a logística reversa, como sendo:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtos, ou outra destinação final ambientalmente adequada” (BRASIL 2010).

De acordo com a Lei, em seu Artigo 33, fica estabelecido que:

São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- I – agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstos em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVA e do Suasa, ou em normas técnicas;
- II – pilhas e baterias;
- III – pneus;
- IV – óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- V – Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- VI – Produtos eletrônicos e seus componentes.

Sendo assim, há a obrigatoriedade do fabricante destes produtos listados em implementar a logística reversa para seus produtos, sem custo adicional para o consumidor final.

Em seu Art. 8º, a PNRS estabelece instrumentos para uma melhor gestão dos RSU, com diretrizes de como fomentar o gerenciamento através de:

- I – os planos de resíduos sólidos;
- II – os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;
- III – a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- IV – o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- V – o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária;
- VI – a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;
- VII – a pesquisa científica e tecnológica;
- VIII – a educação ambiental;
- IX – os incentivos fiscais, financeiros e créditos;
- X – o Fundo Nacional do Meio Ambiente e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;
- XI – o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR);
- XII - o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA);
- XIII - os conselhos de meio ambiente e, no que couber, os de saúde;
- XIV - os órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos;
- XV - o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos;

XVI - os acordos setoriais;
 XVII - no que couber, os instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, entre eles:
 a) os padrões de qualidade ambiental;
 b) o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais;
 c) o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
 d) a avaliação de impactos ambientais;
 e) o Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA);
 f) o licenciamento e a revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras;
 XVIII - os termos de compromisso e os termos de ajustamento de conduta;
 XIX - o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.

Portanto, um dos instrumentos da PNRS é a EA, abordada no neste trabalho.

O fornecimento e acesso universal a um sistema de coleta de RSU adequado, seguro e acessível, bem como a extinção de despejos irregulares e queimadas de resíduos estão nas diretrizes da agenda das Nações Unidas por meio de vários Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS 3, 11, 13, 14) (UN, 2019) para o ano de 2030.

No atual século, a disposição final inadequada dos RSU é um dos maiores desafios ambientais a serem enfrentados, visto que é responsável por uma série de impactos, não só para a natureza, mas para a própria sociedade. Além disso, a extração dos recursos naturais e a consequente poluição do solo, água e ar, têm ações locais e consequências globais, como por exemplo, as mudanças climáticas.

De Lima (2019) aplicou uma pesquisa de opinião pública com enfoque na queima de resíduos sólidos, em duas escolas presentes na cidade de Londrina-PR, uma municipal e outra estadual, com 423 crianças de 5 a 17 anos, visando entender os problemas ambientais encontrados no bairro, principalmente os relacionados com RSU. O objetivo de De Lima (2019) era identificar o motivo pelo qual a população queimava resíduo, com a hipótese podendo ser pela deficiência na coleta seletiva no bairro de estudo, ou a falta de informação sobre como o descarte ambientalmente adequado deve ser realizado.

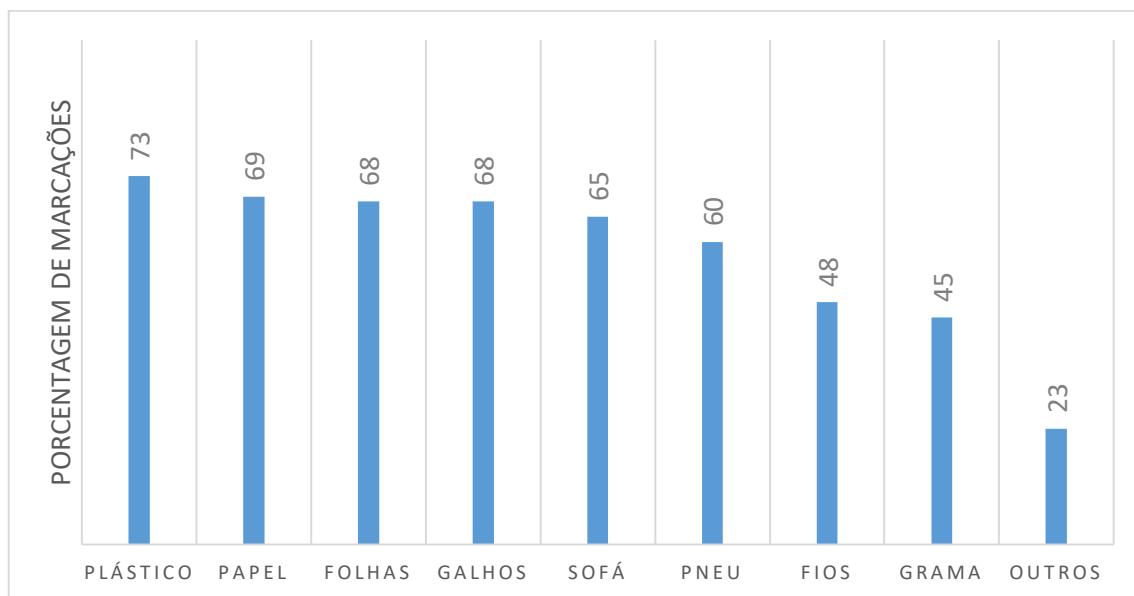
Para sua pesquisa, levou-se em consideração que a Secretaria de Meio Ambiente (SEMA) de Londrina possuiu, entre os anos de 2013 e 2016 um disk denúncias, um canal onde os moradores pudessem lugar e denunciar caso

presenciassem ações de queima de resíduos sólidos. O serviço foi descontinuado por falta de recursos humanos, e ao todo, tiveram mais de 580 denúncias. Os dados da SEMA nos mostra que, se há denúncias relacionadas à queima de resíduos, é porque há a disposição ambientalmente inadequada deles, e que isso acarreta problemas ambientais e sociais.

Em seu estudo, De Lima (2019) constatou que os entrevistados identificaram que no bairro de estudo pesquisado, existem pessoas que jogam resíduos no chão (86%), queima de resíduos (85%), resíduos nos rios (54%), poluição do ar por indústrias (20% - não é uma região industrial), poluição do ar por conta dos carros (64%) e pontos de descarte irregular de resíduos (70%).

Os materiais mais comumente queimados, foram plásticos, papeis, galhos/folhas (Figura 3), que são resíduos recolhidos pelo serviço de coleta da cidade. Porém, a Prefeitura Municipal de Londrina indicou que 100% da área urbana tem coleta seletiva em datas e horas específicas, e o bairro de estudo possui coleta 2 vezes por semana, realizada por 2 cooperativas diferentes.

Figura 3:Porcentagem de materiais comumente queimados

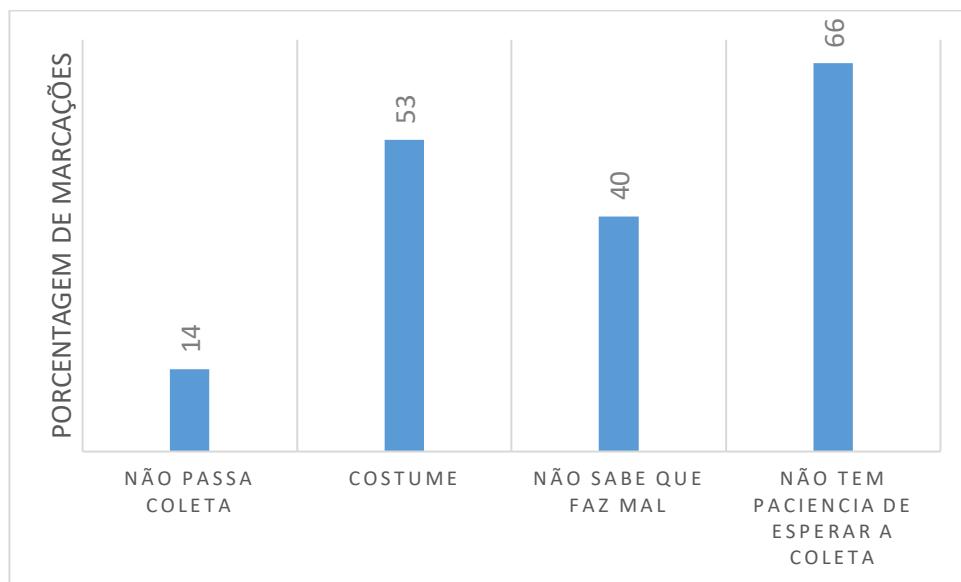


Fonte: adaptado de LIMA (2019).

A pesquisa de De Lima (2019) apontou que o hábito da população e a falta de paciência para esperar pelo serviço de coleta seriam o principal motivo da queima de RSU (Figura 4). Mais uma vez neste ponto, a autora enfatiza que o problema da queima está ligado diretamente com a presença de resíduos na região de estudo. Os

moradores se utilizam da queima para “dar fim” no resíduo e realizar uma limpeza no terreno. Por lei, essa prática é proibida, e se configura como crime ambiental.

Figura 4: Porcentagem de respostas quanto ao hábito da população na queima de RSU.



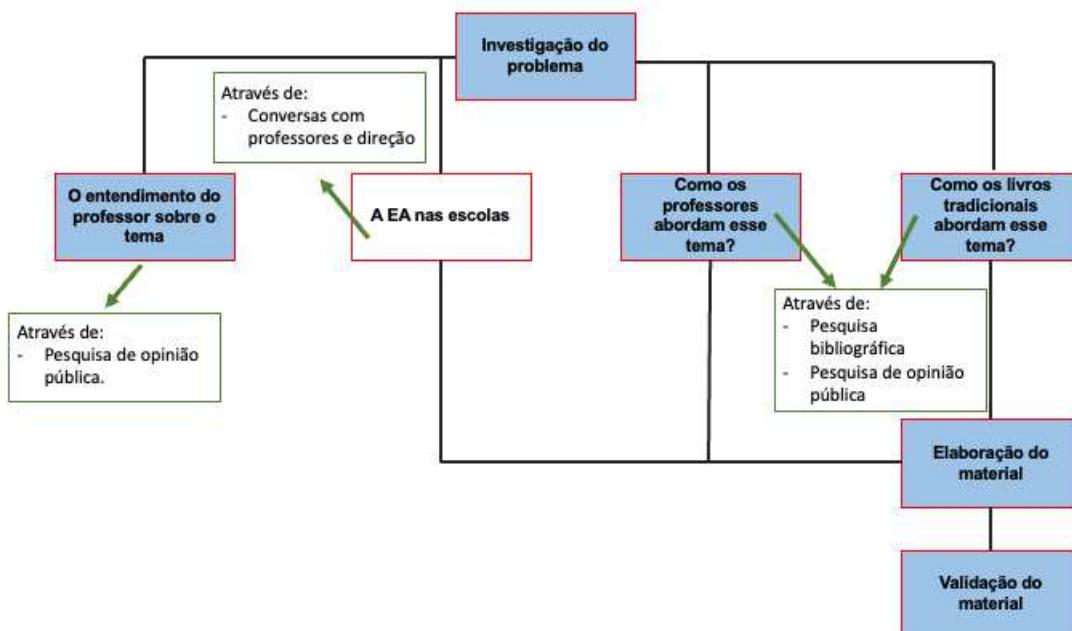
Fonte: adaptado de LIMA (2019).

A autora conclui seu trabalho afirmando que, diante dos resultados encontrados na pesquisa de opinião pública, e sendo que não há falhas aparentes quanto à coleta seletiva municipal, ações de EA tendo como foco a sensibilização em relação à queima de RSU, bem como a segregação de resíduos é fundamental para sanar/minimizar esta prática, tão nociva à saúde e ao meio ambiente.

2.3 METODOLOGIA

O fluxograma de trabalho é apresentado na Figura 5. Para melhor entendimento, serão abordados ao longo deste item todos os aspectos presentes na Figura 5, cujos tópicos correspondem aos blocos em azul.

Figura 5: Fluxograma da metodologia



Fonte: Autoria própria

O relatado na Figura 5 é apresentado com mais detalhes nos tópicos a seguir.

2.3.1 INVESTIGAÇÃO DO PROBLEMA PARA DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Londrina é um município brasileiro localizado no norte do estado do Paraná, com 555.973 habitantes (IBGE, 2022) e clima do tipo Cfa (classificação de Köpen-Geiger). A temperatura média anual é de °C 21,6 e a precipitação acumulada média anual de 1583 mm, com umidade relativa do ar média de 71,1% (INMET, 2019).

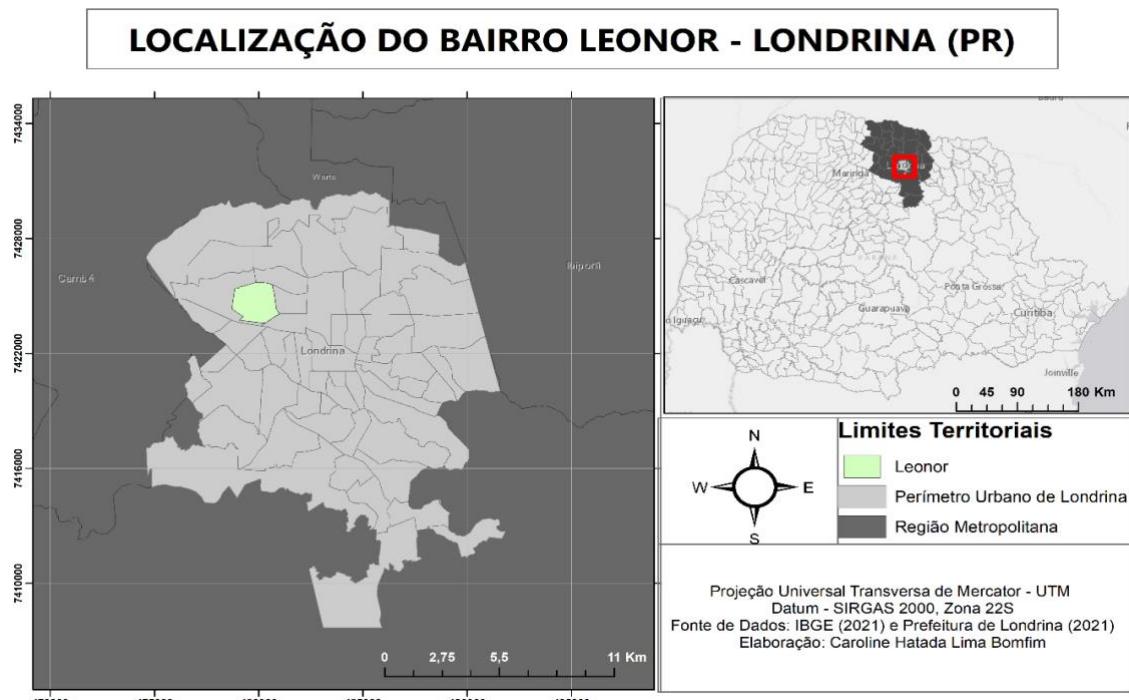
O município de Londrina possui 54 bairros, e 100% da área urbana é atendida pela coleta de materiais recicláveis e de resíduos orgânicos e rejeitos de porta em porta para o setor residencial (CMTU, 2020). Uma empresa coleta resíduos orgânicos e rejeitos na cidade, e sete cooperativas são responsáveis pela coleta de materiais recicláveis. A cidade ainda conta com dois Pontos de Entrega Voluntária de resíduos

(PEV), que tem por objetivo receber a quantidade de até 1m³ de resíduos sólidos gerados pela população (pequenos geradores). Neste local são recebidos entulhos, madeiras e poda de árvores, além de grandes objetos como móveis e sofás. Não é permitido descartar no PEV resíduos orgânicos, industriais, de serviço de saúde, gesso, pilhas, baterias e pneus.

De acordo com a pesquisa de De Lima (2019), a EA foi definida como peça-chave para a mudança de realidade no bairro de estudo. Nas escolas pesquisadas, os alunos tinham ciência da problemática ambiental dos resíduos sólidos, mas de fato, atribuíam a poluição como “hábito/costume da população”. Diante disso, é de suma importância também levar em consideração que a percepção das crianças na pesquisa de De Lima (2019) também pode ser a mesma de outras regiões/bairros de estudo em Londrina, visto que, de acordo com a prefeitura da cidade, não há deficiência na coleta seletiva na zona urbana como um todo.

Sendo assim, levando em consideração o já dito anteriormente e o interesse em participar desta pesquisa, uma nova escola, e um bairro diferente do pesquisado por De Lima (2019) foi tomada como sendo a de interesse: o Colégio Estadual Polivalente, situado no bairro Leonor, em Londrina-PR (Figura 6).

Figura 6: Mapa de Localização da área de estudo.



Fonte: Autoria própria.

O Colégio Estadual Polivalente está localizado na Rua Figueira, 411, e possui área construída de 4.022 m², e área total de 19.900 m². Possui duas grandes avenidas no seu entorno, e recebe alunos dos ensinos Fundamental (6º ao 9º ano), Médio (completo) e profissionalizante (técnico em alimentos, edificações, nutrição, segurança do trabalho e língua espanhola) que residem no bairro, em localidades próximas e até em municípios vizinhos. Conta com atualmente 1500 matrículas anuais, em três turnos: matutino, vespertino e noturno.

Em seu Projeto Político Pedagógico (PPP), a escola, além do currículo a ser administrado nas aulas, o perfil do alunado. Por ser inserido em uma zona periférica, os estudantes estão mais suscetíveis à marginalização, uso de drogas e a violência (inclusive a doméstica), fato recorrente no colégio (Colégio Estadual Polivalente, 2022). A maioria dos estudantes são de classe média e baixa. O colégio ainda relata fatores que afligem a realidade do ambiente escolar, como as questões ligadas ao desempenho dos alunos (falta de atenção durante as aulas que acarreta número de reprovações, dificuldade de aprendizagem, quantidade de faltas e de abandono...), questões de gestão (de conflitos, número de pessoas reduzidas, rotatividades de professores...), e a situação da qualificação técnico-pedagógica da equipe escolar e dos professores. Nesse último, a palavra EA aparece pela primeira vez.

É relatado neste ponto do PPP que uma das grandes problemáticas é que os professores não sabem utilizar metodologias e materiais didáticos diferenciados e pouco ou nada fazem uso das tecnologias disponíveis. Ainda, é relatado que a formação deficitária dos professores, já que os cursos de graduação não os preparam para o enfrentamento de situação atual de sala de aula. De forma explícita, o PPP relata que existe dificuldades para trabalhar os desafios educacionais contemporâneos, como a EA, sexualidade, uso de drogas, história e cultura afro-brasileira e africana, entre outros (Colégio Estadual Polivalente, 2022).

Com o PPP é possível notar que, de fato, quase nada é falado a cerca da EA, nem de forma interdisciplinar, nem como complementar.

2.3.2 O ENTENDIMENTO DO PROFESSOR SOBRE A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Para a construção de um material paradidático que atendesse as necessidades do professor, e para buscar entender realmente como se dá a EA nas escolas, elaborou-se uma pesquisa através do Formulários do Google, para que os

professores também pudessem contribuir nessa construção.

Para isso, fez-se as seguintes perguntas:

- Em qual cidade você leciona?
- Qual o nome da escola que trabalha?
- A sua escola atua de forma integral?
- Quais disciplinas você leciona?
- Existe alguma iniciativa de educação ambiental na sua escola?
- Se você respondeu “sim” na pergunta anterior, quais iniciativas?
- Você tem o costume de usar algum material paradidático em sala de aula?

- O que é importante para você ter em um material paradidático?
- Se tivesse um material paradidático para apoio à EA você o usaria?

Por quê?

O formulário foi enviado para um grupo de professores com interesses em comum pela educação em um aplicativo de mensagens. Contido nesse grupo, estavam professores de diferentes regiões do Brasil. Nenhum tipo de informação pessoal ou que identificasse o participante foi solicitado, e nenhum participante foi incluído ao grupo somente para responder à pesquisa. Ao todo, participaram da pesquisa 60 professores, e as principais respostas estão descritas abaixo:

- A maioria dos entrevistados lecionam disciplinas de Geografia (13), Ciências (11), Matemática (9), Língua Portuguesa (9), História (4), Língua Inglesa (2), Educação Física (2), Física (2), Artes (1). Ou seja, os participantes da pesquisa têm diferentes áreas de atuação dentro da escola;
- Dos 60 que responderam ao questionário, 33 afirmaram que existe alguma ação de EA na sua escola. Os principais temas abordados são: conscientização para a preservação do meio ambiente, reciclagem, projetos de horta escolar, campanhas de plantio de árvores, projetos no bosque, identificação de espécies, preservação de rios e sustentabilidade.
- Dos 28 professores citaram exemplos de ações de EA que ocorrem em sua escola, 14 afirmaram que existem iniciativas para reciclagem, coleta seletiva, destinação de resíduos sólidos;
- 43 professores afirmaram que tem o costume de utilizar material paradidático em sala de aula;

- Algumas considerações sobre o que julgam ser importante conter em um material paradidático:
 - Conceitos básicos, caracterização do tema e problema abordado; glossário de termos técnicos, atividades lúdicas e encaminhamentos (anexos e exemplos);
 - Material de educação ambiental voltado para a educação especial;
 - Materiais ligados à tecnologia e jogos;
 - Linguagem adequada, temas relevantes para a região e realidade do aluno, sugestões de atividades ou ações;
 - Formas práticas e lúdicas para desenvolver a aprendizagem;
 - Material claro e objetivo;
 - Orientações e habilidades essenciais para alunos e professores;
 - Além do conteúdo informativo, referências diversificadas e modo de apresentação lúdico;
 - Que funcione como um complemento dos materiais cobrados pelo Estado;
 - Materiais simples e diretos;
 - Acesso digital com linguagem adequada;
 - Material para que as crianças registrem experiências vividas;
 - Que apoia o desenvolvimento de habilidades;
 - Apoio da direção e criatividade;
 - Orientação e direção nas aulas;
 - Exemplos práticos de ações.
- Dos 60 professores que responderam à pesquisa, 57 professores responderam que usariam material paradidático para apoio à EA, 2 responderam que não e 1 que talvez usaria.

Todas as informações aqui obtidas foram levadas em consideração para a elaboração do material paradidático proposto nesta pesquisa.

2.3.3 COMO O TEMA É ABORDADO

Para entender como a temática sobre EA era abordada em sala de aula, fez-se um questionário com professores através do Formulários do Google. Busca-se

entender, como a EA é aplicada nas escolas estaduais e municipais através de contato direto com a direção e professores.

As perguntas feitas eram sobre: idade, gênero, região onde mora, escola, turma e tempo que lecionam, se a EA foi afetada pela pandemia, se o professor trabalhava com EA antes da pandemia e se continuou trabalhando após a pandemia. Ainda, qual a faixa etária mais adequada para trabalhar com EA, os principais temas abordados e se os alunos gostam de trabalhar com EA. Sobre resíduos sólidos, as perguntas foram da importância, materiais utilizados para abordar o tema, coleta seletiva, se passa coleta regular no local onde reside, e o hábito de separar os resíduos.

Este questionário foi enviado através de email institucional de uma das escolas onde De Lima (2019) realizou a sua pesquisa sobre a queima de resíduos sólidos. Participaram da pesquisa 3 professores, e as principais respostas obtidas foram:

- Os participantes da pesquisa possuem mais de 35 anos de idade;
- Todos já lecionam a mais de 15 anos;
- Todos lecionam para alunos do 6º ano em diante;
- Todos possuem a percepção de que a educação foi afetada pela pandemia. Um dos professores relatou que o rendimento pedagógico caiu muito, e a defasagem de conteúdo foi muito grande, principalmente por muitos não terem acesso à internet para aulas virtuais ou híbridas;
- Quando perguntado: você já trabalhou EA com os alunos antes da pandemia? Um dos professores afirma que trabalha todos os anos, o segundo afirmou que já trabalhou algum período, mas não regularmente, e o terceiro respondeu que não, pois a área de atenção não tem relação com a EA
- Ao ser questionado se continuou a trabalhar com EA durante a pandemia, um dos professores disse que trabalhou normalmente, e o que segundo disse que sim, mas com menos frequência;
- Os assuntos sobre EA mais trabalhados foram: poluição do ar, poluição das águas, coleta seletiva, sustentabilidade. O que chama atenção é que todos esses tópicos foram trabalhados por 100% dos professores, ou seja, até aquele que respondeu nas perguntas anteriores que a disciplina que leciona não tem relação com a EA.

Todas as informações aqui obtidas agregaram conhecimento para a elaboração do material paradidático proposto nesta pesquisa. Todos os formulários aqui desenvolvidos passaram pelo Comitê de Ética da UEL.

2.3.4 ELABORAÇÃO DO MATERIAL PARADIDÁTICO

Após esta pesquisa inicial, iniciou-se a preparação do material paradidático. Levou-se em consideração as respostas obtidas nos questionários aplicados aos professores, acerca do conteúdo que seria interessante e formas de abordagem. Utilizou-se o Microsoft Word para a elaboração do conteúdo e artes finais.

O material proposto foi pensado para que fosse fácil o entendimento do professor, e para que as ações nele sugeridas estivessem de acordo com a realidade da escola, sem materiais dispendiosos e difíceis de se obter.

Para que o material paradidático fosse completo e fizesse sentido para o professor, pensou-se em dividi-lo em 2 seções. A primeira seção, chamada de “A Educação Ambiental: porque e como”, apresenta a introdução, proposta de trabalho, como se deu a organização do material, sugestões e reflexões de como iniciar os trabalhos com os alunos, levando em consideração se alguma ação de EA já é realizada na escola, exemplos de carta à administração da escola e aos pais, e uma lista de verificação.

A segunda seção, chamada de “Experiências de Aprendizado”, é novamente dividida em 3 partes: “Entendendo sobre resíduos”, “Atividades e Inspirações” e “Materiais Adicionais”. Na primeira parte, são apresentados, para o professor, referencial teórico curto e de fácil entendimento sobre alguns conceitos importantes sobre resíduos sólidos. Pode ser utilizado caso o professor precise tirar uma dúvida rápida, ou precisa de esclarecimento sobre algum dos temas. Todos os conceitos apresentados na 1^a parte estão conectados com as atividades abordadas na 2^a parte.

Na 2^a parte, o material paradidático apresenta 20 sugestões de atividades a serem realizadas com os alunos. Para a elaboração dessas atividades, levou-se em consideração o conteúdo relacionado a disciplinas curriculares da BNCC, sendo que, na maioria delas, são interdisciplinares, ou seja, o professor pode abordar a mesma atividade em disciplinas distintas ou sob um outro viés. Aqui também é apresentado as habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho que podem ser desenvolvidos em casa atividade, proporcionando a construção social do aluno, o objetivo que o

professor pode atingir com a atividade, e opções de atividades adicionais que podem causar reflexões, ou que podem ser abordados futuramente.

Na 3^a etapa, são apresentados materiais adicionais que serviram de inspiração para a elaboração deste guia. Esses materiais contêm aplicações, atividades, boas práticas, que podem auxiliar também os professores a realizarem outras atividades.

Por fim, o paradidático encerra com as conclusões e referências utilizadas para sua elaboração.

O Material Paradidático é apresentado no Apêndice A. Ele foi publicado através da Editora *VirtualBooks* em forma de *e-book*, e está disponível na *Amazon* e *Google Books* para *download*. A editora é a responsável pela elaboração da capa.

A validação do material paradidático é apresentada no Apêndice B.

CAPÍTULO 3: EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA ESPAÇOS INTERNOS CONSTRUÍDOS: O MONITORAMENTO DE CO₂ EM SALAS DE AULA – UMA REVISÃO RÁPIDA

3.1 INTRODUÇÃO

Esta etapa do trabalho foi desenvolvida durante o Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE) na University of Calgary (UofC), Calgary, Canadá. Quando este projeto foi apresentado pela primeira vez, ele visava investigar as diferenças entre as ações de EA no Canadá e no Brasil, com o objetivo de compreender a EA no modelo canadense e como ela se dava entre os educadores na universidade, além de discutir possíveis formas diferentes de trabalhar esta temática, podendo trazer renovação cultural e crítica. De certa forma isso aconteceu, mas com caminhos, soluções e descobertas diferentes.

Assim como no Brasil e no Canadá, a pandemia afetou a educação no mundo todo, com aulas sendo canceladas, adiadas ou modificadas. A maioria dos centros de ensino tiveram que lidar com os desafios da aprendizagem virtual (Alsubaie; Roy; Nguyen-Hoang, 2022), sendo obrigados a mudar rapidamente métodos tradicionais de ensino para “territórios”, até então desconhecidos (Musadiqq et al., 2022). As medidas de contenção de vírus com característica de transmissão aérea, como é o caso do SARS-CoV-2, representam um desafio substancial em salas de aula, escritórios compartilhados e salas de reunião, devido ao contato próximo entre as pessoas e por compartilharem o mesmo espaço por cerca de 5 horas diárias (Di Gilio et al., 2021). Muitas escolas e universidades canadenses, assim como a UofC (COVIDSafe Campus, 2023), viabilizaram políticas de segurança para a “volta às aulas presenciais” e suas formas de “ajudar” na contenção da pandemia. Uma dessas formas é através da ventilação dos espaços internos.

Existe um consenso entre os cientistas que os sistemas de ventilação exercem papel fundamental para conter doenças de veiculação aérea Di Gilio et al., 2021; Li et al., 2007; Fisk et al., 2017; Corsi et al., 2021), como é o caso da COVID-19. A transmissão por via aérea em ambientes internos, principalmente quando temos ventilação inadequada ou inexistente é considerada a principal forma de transmissão (Di Gilio et al., 2021; LI et al., 2022; McNeill et al., 2022), e a concentração de Dióxido de Carbono (CO₂) é um bom indicador de agentes patogênicos (Almeida et al., 2014; Griffitsh et al., 2008; Lugg et al., 1999), pois pode detectar “ar respirado” por outra

pessoa, e possível risco de infecção (Rudnick; Milton, 2003; Peng; Jimenez, 2021).

A pandemia também esclareceu e evidenciou a importância de se tomar evidência baseada em ação, e a EA se apresenta como uma forma de construir esta ligação e preencher a lacuna do “conhecimento para a ação”. Nós argumentamos para esta pesquisa que a EA pode ser a forma de construir o conhecimento voltado para a ação, e que ela não precisa ter ações somente para os ambientes externos, mas que podemos trazê-la para espaços internos (construídos) também. Para auxiliar neste objetivo, foram traçados os objetivos específicos: (1) Quais temas e iniciativas são discutidos na literatura sobre o monitoramento de CO₂ em espaços internos na educação secundária e pós-secundária com propósitos educacionais. (2) Quais recomendações podem ser percebidas nessa literatura para destacar o uso do monitoramento das concentrações de CO₂ em espaços internos para promover a EA.

3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.2.1 SÍNTESE DA RELAÇÃO ENTRE O CO₂ E AS DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO AR

Estudos em todo o mundo têm mostrado a necessidade de se criar um ambiente educacional produtivo aliado à consciência ambiental (referindo-se tanto a meio ambiente natural, quanto ao meio ambiente construído) (Baker; Gehlbach, 2022). Estudos em ambientes educacionais comprovam que as condições ambientais internas inadequadas das salas de aula afetam negativamente a capacidade de aprendizagem e concentração dos alunos, levando em consideração que ambientes inadequados podem gerar ou potencializar problemas de saúde como dores de cabeça, gripe, asma, além de afetar a performance acadêmica (concentração, sonolência...) (e.g. Almeida; Freitas, 2014; Fisk, 2000; Hung; Derossis, 1989).

Mesmo antes da pandemia, já se sabia que a ventilação exercia papel importante para condições adequadas em ambientes internos. Porém, muitos artigos foram publicados após o início da COVID-19 evidenciando essa importância e sugerindo novas medidas (Alsubaie, 2022).

A ventilação tem sido amplamente reconhecida como um meio de reduzir a transmissão aérea do COVID-19 e de qualquer outro vírus que contenha pequenas micro gotículas, além de outras medidas (como evitar a superlotação), incluindo controles de engenharia de construção que fornece ventilação suficiente e eficaz,

preferencialmente com filtração de partículas e desinfecção do ar, evitando a sua recirculação (FISK, 2000). Medidas preventivas específicas devem ser seriamente consideradas para ambientes internos dado o risco potencialmente aumentado de transmissão de SARS-CoV-2 em caso de ventilação inadequada em espaços fechados (Fisk, 2000) O risco é ainda maior naqueles ambientes fechados lotados, onde exposição prolongada (>15 minutos) e exalação de fluídos respiratórios infectados podem aumentar por alguma atividade (e.g. exercícios físicos, voz elevada, cantar...) (Jennings; Dick, 1987). O distanciamento social e o uso de máscaras podem não ser suficientes em locais lotado e de alto risco, como é o caso das salas de aula (McNeill et al., 2022).

A maioria das salas de aula das universidades brasileiras são ventiladas de forma natural (janelas e portas abertas, por exemplo). No Canadá, devido ao clima, elas são equipadas com sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado (HVAC – do inglês, *Heating, Ventilation and Air Conditioning*). Esse sistema é utilizado para controlar a temperatura, umidade e qualidade do ar em um ambiente fechado, trazendo um ambiente interno mais confortável. O componente “ventilação” desse sistema é responsável por movimentar o ar do ambiente interno para o externo e vice-versa, e, através de um filtro, as impurezas são removidas, como partículas, poeira, pólen, mofo, bactérias e vírus (ASHRAE, 1989).

Dessa forma, quando os ambientes internos não são adequadamente ventilados, o nível de CO₂ pode aumentar (os seres humanos exalam o CO₂ no processo de respiração) e, consequentemente, o nível de ar fresco pode diminuir (Corsi et al., 2021). Isso pode levar ao acúmulo de poluentes no ar, incluindo aerossóis contendo o vírus da COVID-19, que pode permanecer no ar por mais tempo e serem inalados por outras pessoas (Di Gillio et al., 2021). Essa é considerada a principal forma de contaminação (Fisk, 2000). Portanto, o CO₂ pode ser utilizado como um proxy para ventilação, e medir sua concentração em um ambiente interno pode ajudar a avaliar a qualidade do ar e a eficácia dos sistemas HVAC.

Com base nessas evidências, a OMS publicou diretrizes para ajudar os formuladores de políticas e tomadores de decisão a administrar escolas com a maior segurança possível. Mais especificamente, as orientações sugerem manter um ambiente limpo por meio da desinfecção de superfícies ou objetos compartilhados e garantir uma ventilação eficaz (WHO, 2023).

Podemos citar como exemplo o que acontece na UofC. A maioria das salas de aula e escritórios possuem um aparelho fixo na parede que informa os valores em tempo real da temperatura, umidade e a concentração interna de CO₂ (Figura 7a). Nele, há informativos de como baixar e subir a temperatura, e telefones de contato caso haja algum problema. Porém, nada sobre o CO₂ é informado, nem no site da universidade, nem nos informativos do aparelho. Ainda, não há informação sobre o que aquele valor apresentado de concentração significa na prática, ou seja, se a concentração está alta, dentro dos padrões, se há algum risco, ou se alguma medida deve ser tomada. Também não é divulgada a informação se a universidade utiliza esses dados na tomada de decisão quanto a ventilação ou se mantém uma base de dados com os valores para consulta.

O relato do que acontece com as medições da concentração de CO₂ nos ambientes internos da UofC é um grande exemplo onde uma das premissas fundamentais para a EA é quebrada (sensibilização, divulgação, ação). Pode-se dizer que a universidade somente exerce a “ação”, pois faz a medição das concentrações de CO₂ em tempo real nos ambientes internos. A “sensibilização” pode ter ocorrido aos tomadores de decisão (pois eles optaram por incluir essa tecnologia nas salas de aula), mas talvez não para os professores e alunos. E a “divulgação” sobre esse monitoramento não acontece para a comunidade acadêmica em geral, em momento algum.

Ainda, é cada vez mais comum no Canadá a utilização de equipamentos de monitoramento portáteis, comprados por usuários comuns (não cientistas). Esses equipamentos estão cada vez mais acessíveis e disponíveis para o público (Figura 7b). O uso desses equipamentos por cidadãos não ligados à ciência é chamado de iniciativa de ciência-cidadã, e surge como uma abordagem promissora para melhorar, por exemplo, a qualidade do ar interno. Em Calgary (Alberta, Canadá), um grupo de pais preocupados colocou dispositivos portáteis de detecção de CO₂ nas mochilas escolares de seus filhos para monitorar as concentrações em ambientes fechados. Ao final do dia escolar, os pais faziam o download desses dados e o interpretavam, utilizando como evidência para a má qualidade do ar e a necessidade de adotar filtros portáteis nas escolas para garantir uma melhor qualidade do ar (Fletcher, 2023). Essa iniciativa de monitoramento conduzida por cidadãos é significativa no contexto dos apelos para que os reguladores abordem a poluição do ar em ambientes fechados

como uma medida de saúde pública, principalmente em locais não industriais. O uso popular de dispositivos de detecção traz desafios únicos, incluindo a precisão, confiabilidade e dinâmica de poder desigual entre os participantes da comunidade e as avaliações de especialistas. Apesar disso, entende-se cada vez mais a importância de se conhecer os ambientes internos para auxiliar na tomada de decisão. Uma das formas de se alcançar esse objetivo é através da EA.

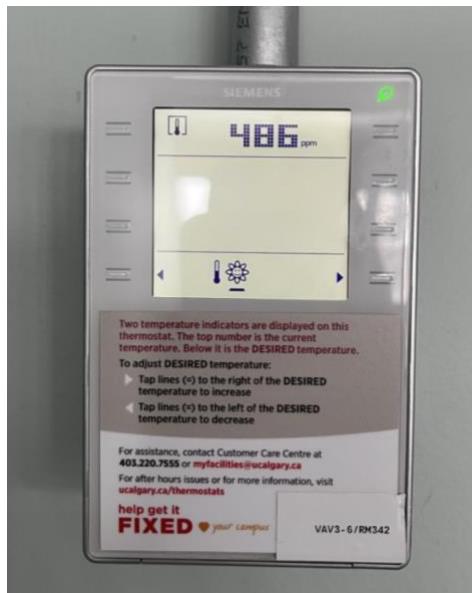


Figura 7a: Equipamento para medição das concentrações de CO₂ na UofC.



Figura 7b: Equipamento portátil para medição das concentrações de CO₂.

Fonte: Acervo próprio

Apesar de suas limitações, as discussões sobre a EA vêm em uma crescente devido também ao aumento das discussões acerca dos problemas ambientais e dos problemas que já estamos vivenciando atualmente, como aquecimento global, mudanças climáticas, resíduos sólidos, contaminação de água e lençol freático, entre outras. O que todos esses exemplos têm em comum é a preocupação com o meio ambiente natural. Isso já é debatido e mais amplamente divulgado nas salas de aula, em debates intergovernamentais, e até entre os cientistas.

Porém, sabe-se também que os problemas ambientais não estão isolados. As relações entre a natureza e cada povo são instituídas em sua cultura ao mesmo tempo em que as relações sociais e individuais são estruturadas. Não é possível retomar o equilíbrio nas relações ambientais se as relações internas, de cada indivíduo consigo mesmo e com seus concidadãos, não forem reformuladas (Moustairas et al., 2022).

Dessa forma, é um erro pensar que todos os problemas ambientais podem ser resolvidos separadamente. Se a EA se detiver apenas nessas questões, dificilmente resolverá os problemas que pretende resolver. Para tanto, ela precisa se direcionar para modificar as bases culturais nas quais nossa sociedade foi moldada (Mendonça e Neiman, 2005). Diante disso, por que não devemos também nos preocupar com o meio ambiente interno? O meio ambiente construído? O local onde passamos a maior parte dos nossos dias, o ar que respiramos internamente dentro das salas de aula ou em nossas casas? É somente conhecer o meio ambiente externo que importa?

Esses questionamentos surgem quando pensamos na missão da EA, e de que forma ela é realmente eficaz, entre eles: qual seria a verdadeira missão da EA? Quais caminhos levam o indivíduo a novas maneiras de pensar e livrar-se de hábitos familiares, culturais e históricos com relação ao meio ambiente? Como pensar em uma sociedade mais sustentável e com a participação da população? Como podem ser encaradas as ações de EA para que sejam efetivas? Quais os tipos de EA que são aplicadas e são eficazes levando em consideração o mundo globalizado atual? Não se pode resolver um problema permanecendo no mesmo nível de consciência em que ele foi gerado. Portanto, para tratar dos problemas ambientais, temos que encará-los sob uma nova perspectiva (Mendonça e Neiman, 2005).

3.2.2 A REVISÃO RÁPIDA

Atualmente, as pesquisas qualitativas estão ganhando forma, principalmente quando há a necessidade de serem conduzidas dentro de um cronograma rápido (WHO, 2018). Este tipo de pesquisa explora necessidades, valores e experiência da população, incluindo questões relacionadas a sistemas sociais e políticos, e é muito comum na área da saúde. As revisões qualitativas voltadas para a área da educação são utilizadas para combinar e analisar evidências de estudos individuais, que abordam conceitos semelhantes em diversos contextos (Evans; Benefield, 2001) e, quando se deseja auxiliar gestores na tomada de decisão em curto período, a Revisão Rápida (RR) se torna uma excelente opção (WHO, 2018).

Uma RR contém uma metodologia bem definida, transparente, e que pode ser replicável, assim como acontece na revisão sistemática (Schunemann; Moja, 2015). Porém, é realizada em escala reduzida de tempo e escopo. Procura identificar,

selecionar e extrair dados dos estudos mais relevantes e robustos em um campo pré-definido, mas com critérios de inclusão e exclusão ainda mais afunilados.

Assim como na revisão sistemática, a RR busca responder a uma questão específica combinando dados de vários estudos (Khangura et al., 2012). Dessa forma, uma pergunta é definida, que deve ser respondida com as evidências encontradas durante a etapa de compilação dos resultados. Essas perguntas são estruturadas para conter vários elementos-chave, e o tipo de pergunta mais comum se refere aos efeitos de uma intervenção ou exposição, comumente chamados de PCC, com 3 elementos-chave que precisam ser definidos: P (população), C (contexto), C (conceito) (Booth, 2004; Khangura et al., 2012; James et al., 2016).

3.3 METODOLOGIA

As RR são alternativas úteis em cenários onde o tempo é limitado e decisões rápidas precisam ser tomadas. Devido ao período curto para o Doutorado Sanduíche, essa metodologia se apresentou adequada. Apesar disso, essa modalidade de revisão precisa seguir metodologias bem definidas (Schunemann; Moja, 2015). O protocolo para este trabalho elucida os termos de pesquisa a serem utilizados para todos os bancos de dados eletrônicos, descreve as estratégias de busca, o processo de escaneamento (screening) dos resultados encontrados com a utilização do software de gerenciamento Covidence (covidence.org), os critérios de elegibilidade e a extração dos dados.

Para atender nossos objetivos, procuramos identificar e incluir artigos que examinassem como ou se existem ações de EA em ambientes internos sendo realizadas em escolas secundárias e/ou pós-secundárias através do monitoramento de CO₂. Para isso, foi conduzida pesquisa em bases de dados eletrônicas (Scopus e ERIC) de artigos publicados e disponíveis de forma online até 02 de dezembro de 2022. Devido à heterogeneidade dos estudos nesta área (Geografia, Educação, Ciências da Terra no geral), uma RR permitiu a síntese dos estudos relevantes de forma estruturada e reproduzível.

3.3.1 ESTRATÉGIAS DE BUSCA

A busca por artigos relevantes se deu em dezembro de 2022, através da pesquisa por palavras-chave, pesquisadas nas seções de título, resumo e palavras-

chave. Usou-se operadores booleanos (*AND* e *OR*) para aumentar a combinação de vários termos e assim, consequentemente, a eficácia da pesquisa. Os possíveis estudos relacionados à temática foram pesquisados em 2 bases de dados (Scopus e ERIC) usando a combinação de palavras-chave apresentadas no Quadro 1:

Quadro 1: Termos de busca

Conceitos-chave	Termos de busca
População	Universit* OR school* OR classroom Student* OR “faculty” OR professor*
Contexto	“environment* education” OR education OR teach*
Conceito	“Air quality” OR CO2 OR “carbon dioxide”

Fonte: autoria propria.

3.3.2 ESCANEAMENTO

O software Covidence (covidence.org) foi utilizado para gerenciar o processo de escaneamento de busca e como um gerenciador das referências utilizadas nesta pesquisa. O download dos resultados obtidos através da pesquisa por palavras-chave nas bases de dados eletrônicas foi importado no software, e seguiu-se com o escaneamento dos títulos/resumo e do texto completo.

3.3.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Os critérios de elegibilidade foram desenvolvidos baseados no tema central da pesquisa, e refinados após pesquisas preliminares na literatura.

Os estudos eram elegíveis se fossem artigos, artigos de revisão ou de conferências, conduzidos em espaços educacionais internos (salas de aula ou escritórios), estivessem avaliando o monitoramento de CO₂ interno, fossem realizados em escolas secundários ou pós-secundários e tivessem o viés voltado para a ação e promoção da EA. Os estudos eram excluídos se não fossem publicados em inglês, fossem cartas, opiniões, protocolos de estudo, comunicações, se o texto não estivesse disponível, ou não tivessem publicados em revistas de revisão por pares (Quadro 2),

Quadro 2: Critérios de elegibilidade

Incluído	
Tipos de artigo	Artigos, Revisões e Conferências
Foco	Espaços educacionais internos (escolas e universidades)
População de interesse	Estudantes, comunidade acadêmica, professores Educação secundária ou pós-secundária
Abordagem	Educação ambiental
Parâmetros avaliados	Qualidade do ar interno, Monitoramento de CO ₂

Excluído	
Idioma	Não escritos em inglês.
Tipos de artigo	Cartas, opiniões, protocolos de estudo, comunicações curtas, texto completo não disponível.
Foco	Não conduzido em espaços internos/ não conduzido em espaços educacionais.
Abordagem	Economia de energia, Síndrome do Edifício Doente, conforto térmico.
Modo	Não revisado por pares.

Fonte: autoria própria

3.3.4 EXTRAÇÃO DE DADOS

A extração dos dados seguiu os critérios de triagem e revisão de acordo com o estabelecido para inclusão e exclusão. Dos 696 artigos encontrados na busca por palavras-chave, 20 estavam duplicados e foram removidos automaticamente pelo software. Verificou-se se realmente eles estavam duplicados e, como estavam, seguiu-se para a próxima etapa.

Foram escaneados 676 estudos pelo título e resumo, e 614 foram excluídos por não terem relação com os objetivos da pesquisa. Portanto, 62 estudos foram verificados através da revisão do artigo completo e 46 foram excluídos, 18 por não terem sido experimentados em ambientes internos, 12 por não se darem em ambientes de ensino secundários ou pós-secundários, 8 por não terem o viés da EA e 8 por não desmobilizarem acesso gratuito ou através da universidade. No total, 16 artigos foram analisados dentro do contexto pré-estabelecidos, e estão contidos no resultado deste trabalho, que gerou o artigo 2, apresentado no Apêndice 3.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Principalmente após o início da pandemia do COVID-19, ficou ainda mais evidenciado a necessidade da ação através do conhecimento para a tomada de decisão. Isso, de fato, também deve estar presente na EA. Através de uma EA crítica, contínua e interdisciplinar, é possível que problemas ambientais que enfrentamos há décadas sejam mitigados ou minimizados através do conhecimento e das discussões sobre a importância da preservação ambiental. Os materiais paradidáticos, como o apresentado nesta tese, podem auxiliar o professor nesse tópico, mas vai muito além disso. Pode servir de inspiração para que novos materiais sejam elaborados, para diferentes faixas etárias e públicos, e ainda, para que haja um movimento em prol da incorporação da EA na BNCC. A validação do material aqui proposto demonstrou que faltam iniciativas neste sentido. O professor da rede pública carece de materiais que abordem temas importantes, e que devem ser discutidos pela sua grandeza e relevância. Se esses materiais não estão disponíveis, o mais comum é que esses temas passem despercebidos.

Neste mesmo contexto, pesquisas vem ganhando força nos últimos anos sobre a importância do conhecimento dos ambientes internos para a saúde e bem-estar da população, intensificadas pelo início da Pandemia. Verificamos através da seção de *background*, publicada no artigo presente no Apêndice 3, uma mudança dos temas discutidos a cerca da preocupação com a qualidade do ar nos ambientes internos. Antes da pandemia, o foco era relacionado à presença de fungos em ambientes internos e a consequente deterioração na qualidade do ar interno, ou relacionado à performance do aluno e sensações como a sonolência e a fadiga. Porém, nos últimos anos, o monitoramento de CO₂ passou a ser visto como um proxy para a ventilação, e então, o possível risco de contaminação por doenças transmissíveis pelo ar. Com isso, surge a necessidade de maior entendimento sobre o tema, tanto para aqueles que estão fazendo ciência, quanto os que são cidadãos comuns que estão monitorando CO₂ para auxiliar na tomada de decisão (cidadão-cientista, relatado no Apêndice 3). Esse movimento está acontecendo por todo o Canadá, com grupos de pais de alunos colocando monitores nas mochilas de seus filhos para monitorar o CO₂ em salas de aula, argumentando sobre a necessidade de filtros especiais para controle da qualidade do ar interno (e.g. Anchan, 2022; CBC NEWS, 2022; The Canadian Press PRESS, 2022; WONG, 2022). Todo esse

movimento está fazendo com que agências de meio ambiente mundiais reflitam sobre o tema, criando diretrizes, recomendações e abrindo discussões para o público (e.g. ASHRAE, 2023).

Percebe-se também através do PDSE no Canadá, que as realidades em ambos os países são muito distintas se tratando do meio ambiente e da EA. Porém, o que temos em comum é que tanto no Brasil quanto no Canada, pelo menos uma das premissas fundamentais para a EA (ação, divulgação, sensibilização) é quebrada. Se levarmos em consideração o encontrado na Escola Estadual Polivalente e na Pesquisa de Opinião desenvolvida para a elaboração do material paradidático, encontramos rupturas na ação e divulgação (somente 55% dos professores percebem ações de EA em sua escola, porém, não é de forma contínua e interdisciplinar), o que leva a problemas também na sensibilização. Já no Canadá, existem sensores de CO₂ espalhados pela universidade, e que poderiam ser utilizados para a promoção da EA, mas não são. Portanto, existe a ação, mas não há a divulgação e, consequentemente, podemos encontrar problemas na sensibilização.

O que de fato pode-se concluir com ambos os trabalhos é que a EA pode ser ferramenta de sensibilização e, consequentemente, conscientização ambiental, porém, é necessário o conhecimento para a ação. Através do conhecimento, seja sobre o ambiente externo (natural) quanto o ambiente interno (construído) é possível tomar ações importantes e decisivas sobre o meio ambiente e a sua preservação.

De forma geral, pode-se concluir que:

- O material paradidático aqui proposto (Apêndice A) pode servir como auxílio (guia) ao professor, trazendo sugestões de como aplicar a EA com os alunos do Ensino Fundamental, de forma complementar ao conteúdo disciplinar proposto pela BNCC. O material tem a capacidade de apresentar e apoiar práticas interdisciplinares, além de trazer momentos de descontração para a sala de aula;
- A validação do material paradidático na Escola Polivalente de Londrina se deu com sucesso, onde as atividades aplicadas pela professora e descritas no Artigo 1 (Apêndice B) foram de extrema importância para estas conclusões e validação.
- O Artigo 2 (Apêndice C) traz uma nova perspectiva sobre a importância da EA para ambientes internos e a sua relação com a saúde. Este tema está sendo

discutido atualmente pelas principais agências de saúde mundiais, e, com certeza, teremos muitas atualizações sobre o monitoramento de CO₂ em espaços educacionais internos nos próximos anos.

O que todos esses esforços aqui relatados têm em comum é o relato da importância da EA para a sensibilização/conscientização da população. E o entendimento de que a EA é efetiva quando trabalhada de forma interdisciplinar e contínua. É através dela que poderemos, enfim, alcançar o verdadeiro desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ALSUBAIE, Merfat Ayesh. Distance education and the social literacy of elementary school students during the Covid-19 pandemic. **Heliyon**, v. 8, n. 7, p. 09811, jul. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09811>.
- ANCHAN, M. Edmonton's public library starts lending program for CO₂ monitors to measure air quality. 2022. **CBC - Canadian Broadcasting Corporation**. Disponível em: <https://www.cbc.ca/news/canada/edmonton/edmonton-s-public-library-starts-lending-program-for-co2-monitors-to-measure-air-quality-1.6685509>. Acesso em 29 jun. 2023.
- ALMEIDA, Ricardo M.S.F.; FREITAS, Vasco Peixoto de. Indoor environmental quality of classrooms in Southern European climate. **Energy and Buildings**, v. 81, p. 127-140, out. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.06.020>.
- ASHRAE (1989) ASHRAE Standard 62-1989 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, Atlanta, GA, American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, Inc.
- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (2023). Advisory Public Review Draft: Control of Infectious Aerosols, USA.
- BAKER, Zeke; GEHLBACH, Hunter. Policy Dialogue: teaching environmentalism on a warming planet. **History of Education Quarterly**, v. 62, n. 1, p. 107-119, fev. 2022. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/heq.2021.56>.
- BAROUKI, Robert; KOGEVINAS, Manolis; AUDOUZE, Karine; BELESOVA, Kristine; BERGMAN, Ake; BIRNBAUM, Linda; BOEKHOLD, Sandra; DENYS, Sébastien; DESSEILLE, Celine; DRAKVIK, Elina. The COVID-19 pandemic and global environmental change: emerging research needs. **Environment International**, [S.L.], v. 1468, n. 8, p. 106272-45254, jan. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2020.106272>.
- BOOTH, Andrew. Formulating answerable questions. **Evidence-Based Practice for Information Professionals**, p. 61-70, 15 mar. 2004. Facet. <http://dx.doi.org/10.29085/9781856047852.007>.
- BRASIL. Constituição (1999). Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Lex**. Brasília.
- BRASIL. ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 10.004. **Resíduos sólidos - Classificação**. 2004. Disponível em: <http://www.v3.eco.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2023.
- BRASIL. Decreto nº 5940, de 25 de outubro de 2006. Brasília, 25 out. 2006. Institui a separação dos resíduos descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. **Lex**.

Brasília, DF, 25 out. 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5940.htm. Acesso em: 04 jul. 2023.

BRASIL. Congresso. Senado. Constituição (2010). Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Lex**. Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 04 jul. 2020.

Brasil. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. (2021). **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2021**. Brasília.

BRASIL. Lei nº 13979, de 06 de fevereiro de 2020. Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019. **Lex**. Brasília, 07 fev. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-13.979-de-6-de-fevereiro-de-2020-242078735>. Acesso em: 28 mai. 2022.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Censo da Educação Básica 2020: resumo técnico. Brasília, DF: INEP, 2021.

CBC News. All Yukon classrooms will have HEPA filters soon. 2022. **CBC - Canadian Broadcasting Corporation**. Disponível em: <https://www.cbc.ca/news/canada/north/yukon-classrooms-hepa-filters-1.6408230>. Acesso em: 29 jun. 2023.

CMTU (Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina). Secretaria do Meio Ambiente. **Coleta de Resíduos Recicláveis**. 2020. Disponível em: <http://www2.londrina.pr.gov.br/cmtu/index.php/diretoria-de-operacoes/coleta-seletiva>. Acesso em: 03 jun. 2022.

COLÉGIO ESTADUAL POLIVALENTE. Projeto Político Pedagógico. Londrina, 2022.

CORSI R., Miller, S.L., VanRy, M.G., Marr, L.C., Cadet, L.R., Pollock, N.R., Michaels, D., Jones, E.R., Levinson, M., Li, Y., Morawska, L., Macomber, J., Allen, J.G. Designing infectious disease resilience into school buildings through improvements to ventilation and air cleaning. **Report of the Lancet COVID-19 Commission Task Force on Safe Work, Safe School, and Safe Travel**. <https://covid19commission.org/safe-work-travel>. Abr 2021.

COVIDSafe Campus. **University of Calgary**. Calgary, Alberta, Canada. 2022. Disponível em: <https://www.ucalgary.ca/risk/emergency-management/covid-19-response/covidsafe-campus>. Acesso em: 17 dez. 2022.

DE LIMA, Caroline Hatada. **Determinação de MP_{2,5} e black carbon em decorrência da queima ilegal de resíduos sólidos urbanos**. 2019. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.

DIAS, Genebaldo Freire. **Fundamentos da Educação Ambiental**. 1997, 78p., Gaia, SP.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 8. ed. São Paulo: Gaia Ltda, 2003.

DIAS, Genebaldo Freire. **Dinâmicas e instrumentação para a EA**. 2011, 208 p., Gaia, SP.

DI GILIO, Alessia; PALMISANI, Jolanda; PULIMENO, Manuela; CERINO, Fabio; CACACE, Mirko; MIANI, Alessandro; GENNARO, Gianluigi de. CO₂ concentration monitoring inside educational buildings as a strategic tool to reduce the risk of Sars-CoV-2 airborne transmission. **Environmental Research**, v. 202, p. 111560, nov. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2021.111560>.

DUNLOP, Lynda. Teacher and youth priorities for education for environmental sustainability: a co-created manifesto. **British Education Research Journal**, [s. l.], v. 4, n. 5, p. 952-973, abr. 22.

EL-DEIR, Soraya Giovanetti; AGUIAR, Wagner José de; PINHEIRO, Maria Gomes. **Educação ambiental na gestão de resíduos sólidos**. Recife: Edufrpe, 2016. 300 p.

EULEFELD, Günter. The UNESCO-UNEP Programme in Environmental Education. **European Journal of Science Education**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 113-118, jan. 1979. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/0140528790010114>.

EVANS, Jennifer; BENEFIELD, Pauline. Systematic Reviews of Educational Research: does the medical model fit? **British Educational Research Journal**, v. 27, n. 5, p. 527-541, dez. 2001. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1080/01411920120095>.

FISK, W. J. The ventilation problem in schools: literature review. **Indoor Air**, v. 27, n. 6, p. 1039-1051, 31 jul. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ina.12403>.

FISK, William J. Health and productivity gains from better indoor environments and their relationship with building energy efficiency. **Annual Review of Energy and the Environment** v. 25, n. 1, p. 537-566, nov. 2000. Annual Reviews. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.537>.

FLETCHER, Robson. **Inside these parents' long, nerdy struggle over how to improve air quality in Calgary schools**. 2023. CBC - Canadian Broadcasting Corporation. Disponível em: <https://www.cbc.ca/newsinteractives/features/calgary-parents-campaign-school-air-quality>. Acesso em 04 jul. 2023.

GOUGH, Annette; GOUGH, Noel. The Denaturation of Environmental Education: exploring the role of ecotechnologies. **Australian Journal of Environmental Education**, [S.L.], v. 32, n. 1, p. 30-41, 15 out. 2015. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/aee.2015.34>.

GRANDISOLI, Edson et al. **Pesquisa Educação, Docência e a COVID-19**. São Paulo: Reconectta, 2021. Disponível em: <http://www.iea.usp.br/pesquisa/projetos-institucionais/usp-cidades-globais/pesquisa-educacao-docencia-e-a-covid-19#:~:text=%E2%96%B6%20A%20Pesquisa%20Educa%C3%A7%C3%A3o%2C%20Doc%C3%A3ncia,a%20pandemia%20da%20COVID%2D19.&text=%E2%96%B6%20Cerca%20de%2053%25%20se,v%C3%ADrus%20causador%20da%20COVID%2D19>. Acesso em: 28 mai. 2023.

GRIFFITHS, M.; EFTEKHARI, M. Control of CO₂ in a naturally ventilated classroom. **Energy and Buildings**, v. 40, n. 4, p. 556-560, jan. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.04.013>.

HART, Paul; NOLAN, Kathleen. A Critical Analysis of Research in Environmental Education. **Studies in Science Education**, v. 34, n. 1, p. 1-69, jan. 1999. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/03057269908560148>.

HUNG, I-Fu; DEROSSIS, Peter. Carbon dioxide concentration as indicator of indoor air quality. **Journal of Environmental Science and Health. Part A: Environmental Science and Engineering**, v. 24, n. 4, p. 379-388, mai 1989. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10934528909375487>.

HUNTER, Roberta Howard; RICHMOND, Gail. Theoretical diversity and inclusivity in science and environmental education research: a way forward. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 59, n. 6, p. 1065-1085, 18 fev. 2022. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21752>.

IBGE, 2023. **Panorama cidades: Londrina**. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em 30 jun. 2023.

ISWA, 2015. Press Release: **Global Waste Management Outlook** (GWMO). Disponível em: <<https://www.iswa.org/nc/home/news/news-detail/article/press-release-global-waste-management-outlook-gwmo/109/>>. Acesso em: 05 jun 2023.

Kaza, S., Yao, L.C., Bhada-Tata, P., Van Woerden, F. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. **Urban Development Series**. Washington, DC: World Bank. doi:10.1596/978-1-4648-1329-0.

KHANGURA, Sara; KONNYU, Kristin; CUSHMAN, Rob; GRIMSHAW, Jeremy; MOHER, David. Evidence summaries: the evolution of a rapid review approach. **Systematic Reviews**, v. 1, n. 1, p. 1-20, 10 fev. 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/2046-4053-1-10>.

JAMES, Katy L.; RANDALL, Nicola P.; HADDAWAY, Neal R. A methodology for systematic mapping in environmental sciences. **Environmental Evidence**, v. 5, n. 1, p. 1-22, 26 abr. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13750-016-0059-6>.

JENNINGS, L. C.; DICK, E. C. Transmission and control of rhinovirus colds. **European Journal of Epidemiology**, v. 3, n. 4, p. 327-335, dec. 1987. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00145641>.

LI, Y.; LEUNG, G. M.; TANG, J. W.; YANG, X.; CHAO, C. Y. H.; LIN, J. Z.; LU, J. W.; NIELSEN, P. V.; NIU, J.; QIAN, H. Role of ventilation in airborne transmission of infectious agents in the built environment? a multidisciplinary systematic review. *Indoor Air*, v. 17, n. 1, p. 2-18, fev. 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0668.2006.00445.x>.

LI, Bingxu; CAI, Wenjian. A novel CO₂-based demand-controlled ventilation strategy to limit the spread of COVID-19 in the indoor environment. *Building and Environment*, v. 219, p. 109232, jul. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109232>.

LOPES, C. A. E. A **Estocástica no Currículo de Matemática e a Resolução de Problemas**. In: SERP – Seminário de Resolução de Problema, 2., 2011, Rio Claro. Anais eletrônicos. Rio Claro (SP): UNESP, 10 a 11 de novembro 2011.

LUGG, Andrew B; BATTY, William J. Air quality and ventilation rates in school classrooms I: air quality monitoring. *Building Services Engineering Research and Technology* v. 20, n. 1, p. 13-21, fev. 1999. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/014362449902000103>.

MARCATTO, Celso. **Educação Ambiental**: conceitos e princípios. Belo Horizonte: Gráfica e Editora Sigma Ltda, 2002. 64 p.

MARCOLINO, Milena S.; ZIEGELMANN, Patricia K.; SOUZA-SILVA, Maira V.R.; NASCIMENTO, I.J.B.; OLIVEIRA, Luana M.; MONTEIRO, Luanna S.; SALES, Thaís L.s.; RUSCHEL, Karen B.; MARTINS, Karina P.M.P.; ETGES, Ana Paula B.s.. Clinical characteristics and outcomes of patients hospitalized with COVID-19 in Brazil: results from the brazilian covid-19 registry. *International Journal of Infectious Diseases*, [S.L.], v. 8, n. 5, p. 325-325, jan. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijid.2021.01.019>.

MCNEILL, V. Faye; CORSI, Richard; HUFFMAN, J. Alex; KING, Cathleen; KLEIN, Robert; LAMORE, Michael; MAENG, Do Young; MILLER, Shelly L.; NG, Nga Lee; OLSIEWSKI, Paula. Room-level ventilation in schools and universities. *Atmospheric Environment*: X, v. 13, p. 100152, jan. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aeaoa.2022.100152>.

MENEZES, Ebenezer Takuno de. Verbete paradidáticos. Dicionário Interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil. São Paulo: Midiamix Editora, 2001.

MENDONÇA, Rita; NEIMAN, Zysman. À sombra das árvores: transdisciplinaridade e educação ambiental em atividades extraclasse. São Paulo: Chronos, 2003.

MMA – Ministério do Meio Ambiente, 2006, Brasília. **O que fazem as escolas que dizem fazer Educação Ambiental**. Brasília, 2003.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Gestão de Resíduos Orgânicos**. 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos->

solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos#o-que-sao-resíduos-organicos. Acesso em: 01 jun. 2023.

MOUSTAIRAS, I.; VARDPOULOS, I.; KAVOURAS, S.; SALVATI, L.; ZORPAS, A.A. Exploring factors that affect public acceptance of establishing an urban environmental education and recycling center. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, [S.L.], v. 25, p. 100605, abr. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scp.2022.100605>.

MUNAKATA, K. **Produzindo livros didáticos e paradidáticos**. Tese de doutorado. São Paulo: PUC, 1997.

MUSADDIQ, Tareena; STANGE, Kevin; BACHER-HICKS, Andrew; GOODMAN, Joshua. The Pandemic's effect on demand for public schools, homeschooling, and private schools. **Journal of Public Economics**, v. 212, p. 104710, ago. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpubeco.2022.104710>.

PENG, Zhe; JIMENEZ, Jose L. Exhaled CO₂ as a COVID-19 Infection Risk Proxy for Different Indoor Environments and Activities. **Environmental Science & Technology Letters**, v. 8, n. 5, p. 392-397, 5 abr. 2021. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.estlett.1c00183>.

RANGEL, E. O. **Paradidáticos**. In: UFMG. FAE. Glossário Ceale: termos de alfabetização, leitura e escrita para educadores. Belo Horizonte: CEALE/Faculdade de Educação da UFMG, 2014.

ROSSINI, Cleusa Maria; CENCI, Daniel Rubens. **Interdisciplinaridade e Educação Ambiental: um diálogo sustentável**. Revista Prática Docente (RPD). v. 5, n. 3, p. 1733-1746, 2020.

RUDNICK, S. N.; MILTON, D. K. Risk of indoor airborne infection transmission estimated from carbon dioxide concentration. **Indoor Air**, v. 13, n. 3, p. 237-245, set. 2003. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0668.2003.00189.x>.

SHENDELL, D. G.; PRILL, R.; FISK, W. J.; APTE, M. G.; BLAKE, D.; FAULKNER, D. Associations between classroom CO₂ concentrations and student attendance in Washington and Idaho. **Indoor Air**, v. 14, n. 5, p. 333-341, out. 2004. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0668.2004.00251.x>.

SCHÜNEMANN, Holger J; MOJA, Lorenzo. Reviews: rapid! rapid! rapid! ..and systematic. **Systematic Reviews**, v. 4, n. 1, p. 1-3, 14 jan. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/2046-4053-4-4>.

SORRENTINO, M. Apresentação - Como construir políticas públicas de educação ambiental para sociedades sustentáveis? São Carlos: **Diagrama**, 2015. p. 226.

SORRENTINO, Marcos. **Diálogos sobre Educação Ambiental**. 2020. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2522/1/SAIBA-MAIS-2-Dialogos-sobre-Educacao-Ambiental-Marcos-Sorrentino.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2023.

SUÁREZ-PERALES, Inés; VALERO-GIL, Jesus; LAHIZ, Dante I. Leyva-De; RIVERA-TORRES, Pilar; GARCÉS-AYERBE, Conchita. Educating for the future: how higher

education in environmental management affects pro-environmental behaviour. **Journal of Cleaner Production**, v. 321, p. 128972, out. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128972>.

The Canadian Press. Ontario commits to 49,000 more HEPA filters for schools, child-care settings. 2022. **CBC - Canadian Broadcasting Corporation**. Disponível em: <https://www.cbc.ca/news/canada/toronto/ont-school-hepas-1.6359777>. Acesso em 29 jun. 2023.

UN, 2019. **The Sustainable Development Goals Report, 2019**. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/>. Acesso em: 07 jun. 2023.

UNEP – United Nations Environment Program. **Global Waste Management Outlook**. 2015. Disponível em: <http://web.unep.org/ourplanet/september-2015/unep-publications/global-waste-management-outlook>.

WARGOCKI, D.W. **Research report on effects of HVAC on student performance**. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) Journal, 48 (2006).

WONG, J. Calls grow for HEPA air filters in Canadian classrooms. 2022. **CBC - Canadian Broadcasting Corporation**. Disponível em: <https://www.cbc.ca/news/canada/edmonton/hepa-filter-classrooms-1.6304311>. Acesso em: 29 jun. 2023.

WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). **New series published to support the use of qualitative research in decision-making**. 2018. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/18-01-2018-new-series-published-to-support-the-use-of-qualitative-research-in-decision-making>. Acesso em: 03 dez. 2022.

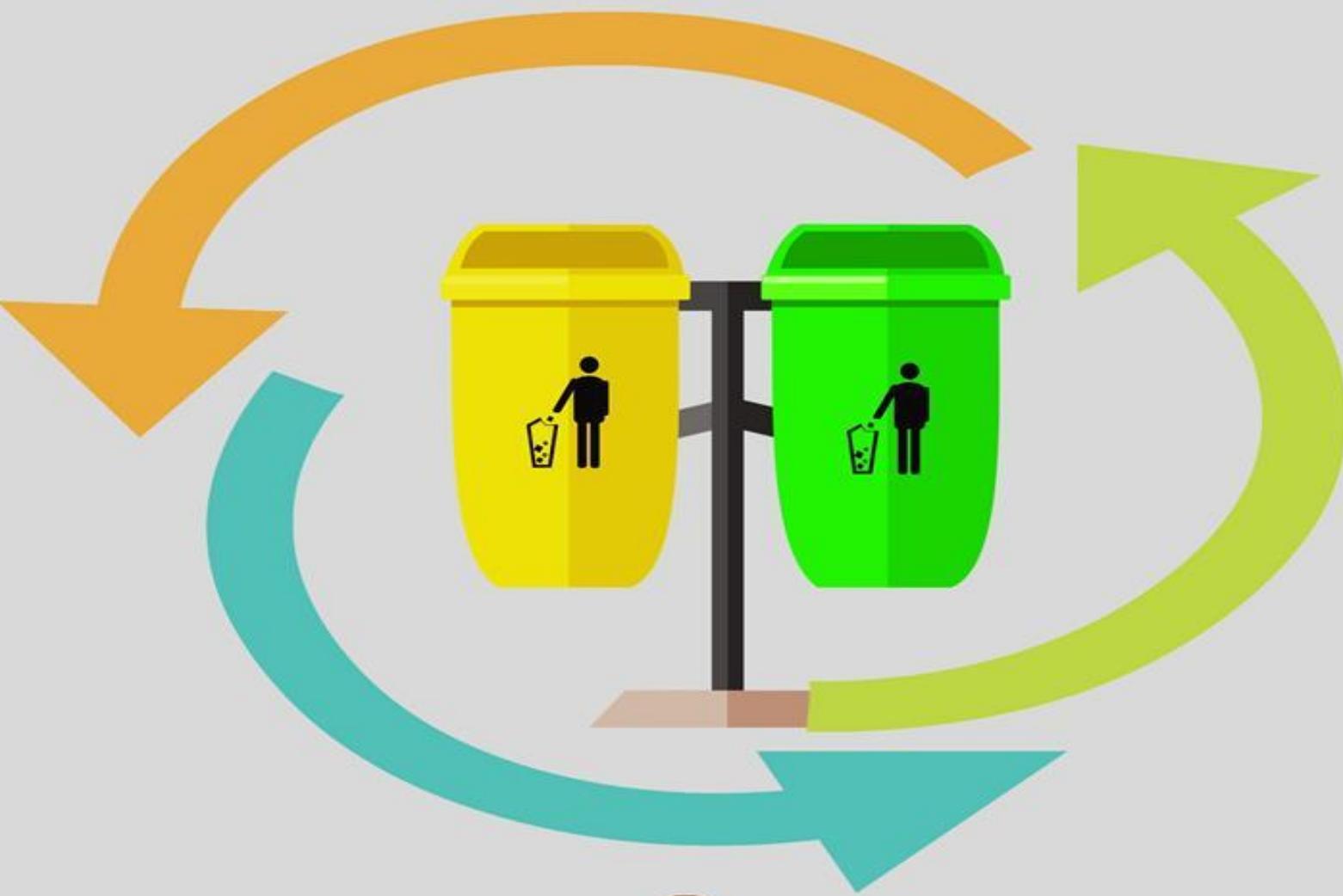
WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). **Coronavirus COVID-19 Dashboard**. Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 22 fev. 2023.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

PARA PROFESSORES:

RESÍDUOS SÓLIDOS

**Caroline Hatada Lima Bomfim
Eloiza Cristiane Torres**



**CAROLINE HATADA LIMA BOMFIM
ELOIZA CRISTIANE TORRES**

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL
PARA PROFESSORES:
OS RESÍDUOS SÓLIDOS**

© Copyright 2023, Caroline Hatada Lima Bomfim, Eloiza
Cristiane Torres

1^a edição

1^a impressão

(Publicado em Junho de 2023)

Todos os direitos reservados e protegidos pela lei no 9.610, de 19/02/1998. Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito do detentor dos direitos, poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Bomfim, Caroline Hatada Lima

Torres, Eloiza Cristiane

EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA PROFESSORES: OS RESÍDUOS SÓLIDOS. Caroline Hatada Lima Bomfim; Eloiza Cristiane Torres. Pará de Minas, MG: VirtualBooks Editora, Publicação 2023.E-book, formato PDF.

ISBN 978-65-5606-428-4

CDD- 370 Educação. Brasil. Título.

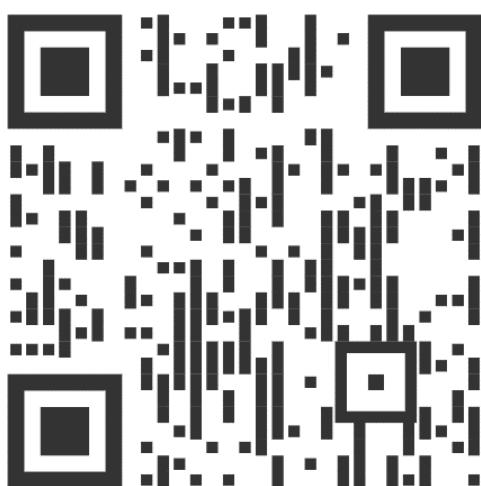
ABERTURA

Este trabalho foi desenvolvido entre os anos de 2019 e 2022, em uma pesquisa do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina, e com o auxílio CAPES processo nº 88887.674/2022-00. Tem por objetivo principal a elaboração de material paradidático para servir como guia ao professor, visando a promoção de uma educação ambiental para crianças e adolescentes voltada para a temática dos resíduos sólidos, de forma interdisciplinar, contínua e emancipatória.

A conexão com o ambiente natural é fundamental para o desenvolvimento da importância do cuidado ao meio ambiente, e a educação ambiental se torna componente chave para este entendimento e conscientização. Muito ainda pode ser feito pelo poder público, instituições educacionais, comunidades, famílias e indivíduos para desenvolver e apoiar as ações de educação ambiental em nosso país, e, através da escola, é possível, num futuro, alcançar patamares nunca vistos acerca da sensibilização, conscientização ambiental e sustentabilidade.

Você pode ouvir o audiobook deste material!

Para ouvi-lo, basta acessar o QRCode:



SOBRE OS AUTORES

Caroline Hatada Lima Bomfim

Doutoranda em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), com período sanduíche na University of Calgary, Canadá. Bacharel e mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Eloiza Cristiane Torres

Professora associada no Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Licenciada, bacharel, mestre e doutora em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (Unesp), pós doutora em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM)

SUMÁRIO

SEÇÃO 1 – A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: POR QUE E COMO

Introdução.....	11
Proposta.....	13
Organização do material.....	14
Iniciando o processo.....	15
Exemplo de carta à administração da escola.....	18
Exemplo de carta aos pais.....	19
Lista de verificação.....	20

SEÇÃO 2 – EXPERIÊNCIAS DE APRENDIZADO

Proposta de atividades.....	21
1^a parte – Entendendo sobre resíduos.....	22
2^a parte – Proposta de atividades.....	32
3^a parte – Inspirações e materiais adicionais.....	55
Conclusões.....	57
Referências.....	58

SEÇÃO 1 – EDUCAÇÃO AMBIENTAL: POR QUE E COMO

INTRODUÇÃO

A cada dia o ambiente escolar torna-se mais complexo e cheio de desafios. Os professores precisam lidar com todas as dificuldades inerentes à sua profissão, e muitas vezes exerce papéis que vai além do ensinar, reflexo da sociedade em que vivemos. Para conseguir que os alunos sigam interessados e motivados, no processo de ensino-aprendizagem o professor pode buscar ferramentas que o auxilie neste sentido, fornecendo estímulos diferentes aos alunos e diversificando suas aulas. Em sua pesquisa, Guimarães (2013, p.222) afirma que grande parte dos professores sabem que precisam ser criativos no modo ensinar atualmente, encontrando formas de sensibilizar os alunos para o processo de aprendizagem, e assim interpretar a realidade atual.

Podemos citar várias formas pelas quais o professor pode trazer essa criatividade e inovação para o modelo tradicional adotado no Brasil, e uma das formas para incentivar práticas que vão além do ensinar através de materiais didáticos propostos pelo Ministério da Educação (MEC), é através da inclusão de materiais paradidáticos ao dia a dia do aluno dentro da sala de aula.

Em linhas gerais, os materiais paradidáticos não seguem normas estruturais assim como os livros didáticos. Eles podem ser elaborados de forma livre (na linguagem, na tabulação...) e em diferentes temáticas. Dessa forma, são materiais que complementam de forma muito eficiente os livros didáticos, interagindo com a temática e dando suporte para o próprio educador.

Diante disso, buscou-se para este trabalho a elaboração de um material paradidático que servisse como guia para o professor interessado em ações de educação ambiental voltada para resíduos sólidos. Levou-se em consideração: a imparcialidade e precisão na descrição de problemas e sugestões, refletindo a diversidade de perspectiva; a profundidade com a promoção da conscientização do ambiente através dos sentimentos, valores, atitudes e percepções para diferentes níveis de desenvolvimento; ênfase na construção de habilidades, que permitirão que os alunos construam habilidades ao longo da vida para que possam entender a importância da preservação ambiental; e, por fim, a

orientação para a ação, com propostas e como aplicá-las em sala de aula com responsabilidade, o incentivo ao conhecimento habilidades pessoais e interpessoais, além da avaliação e resolução de problemas, sempre levando em consideração a usabilidade.

A inspiração para este material é o desejo de contribuir para um futuro em que todas as crianças tenham acesso à educação ambiental desde os primeiros anos escolares de forma contínua, além de apoiar através de fundamentação teórica e sugestões práticas as escolas e centros de ensino a promoverem essa conexão dos alunos e seus familiares com o meio ambiente e a sustentabilidade.

Este paradidático é um convite para que o professor aplique essas mesmas habilidades de pensamento crítico ao usar os recursos encontrados aqui.

PROPOSTA

O objetivo deste material paradidático é permitir que os professores ensinem regularmente, em disciplinas curriculares do Ministério da Educação (MEC), as ações de educação ambiental voltada para resíduos sólidos, também de forma a atender as necessidades das crianças e de usabilidade das propostas. Para isso, buscou-se:

- Oferecer um material alternativo ao ensino que facilitará o ensino do professor acerca da temática, fornecendo atividades de aprendizado vinculadas ao currículo do MEC;
- Oferecer uma oportunidade para fortalecer as relações entre professores e alunos, aproximando-os através de atividades práticas;
- Fornecer maneiras simples e práticas de ajudar os professores a abordar, dentro e fora de sala de aula, as ações de educação ambiental voltada para resíduos sólidos.

Ainda, desde a concepção deste material, foi pensado em como as atividades de aprendizagem podem centrar-se na descoberta mútua entre professor e aluno em uma estrutura exploratória. Aprender sobre as questões ambientais também é um processo de autodescoberta, em que cada indivíduo entende o que ela significa para si, e quais as formas que pode contribuir diante da sua realidade e de suas experiências.

ORGANIZAÇÃO DO MATERIAL

Para melhor compreensão, este material está dividido em duas partes. Na seção 1, são apresentados por que e como usar a educação ambiental voltada para resíduos sólidos como ferramenta de ensino, além de fornecer referencial teórico e embasamento técnico a cerca desta temática para auxiliar o professor na introdução ao tema com os alunos.

A seção 2 apresenta experiências de aprendizagem voltada para a educação ambiental em resíduos sólidos. Fez-se um esforço para entender as necessidades que o professor poderá se deparar durante a aplicação, e a tentativa de antecipá-las.

Recomenda-se que os usuários iniciantes leiam a Seção 1 primeiro, mesmo que brevemente, para entender o contexto do material e caso tenha dúvidas de sua aplicabilidade, além de sanar dúvidas teóricas.

As experiências de aprendizagem juntas formam a maior parte deste paradidático, e fornecem muitas opções de como ensinar a educação ambiental voltada para resíduos sólidos, inclusive de forma interdisciplinar e durante todo o ano letivo.

Muitas pessoas inspiradoras contribuíram com ideias e ferramentas valiosas para os ensinamentos apresentados neste material. Ao final dele, há uma seção com as referências para homenagear seus trabalhos. Incluídos nesta lista estão várias publicações que ganharam o status de “clássicos”; adquiri-los enriquecerá sua biblioteca.

Boa leitura!

INICIANDO O PROCESSO

A sugestão abaixo trata-se de um diagnóstico para você conhecer um pouco melhor as ações feitas pela escola, e mesmo o que você pode melhorar em sua prática.

São apresentadas perguntas que poderão auxiliar na compreensão do ensino da educação ambiental que está sendo praticado atualmente na escola em que leciona, onde você quer ir e como você pode alcançar bons resultados.

Sugere-se neste ponto que você responda as perguntas com sinceridade, e peça para que seus colegas de trabalho também o façam. Com as respostas, compartilhe com a administração da escola para estimular a discussão e demonstrar os preparativos que você está fazendo ou que tem a intenção de fazer. Você ainda pode discutir com seus colegas de trabalho e alunos seus pensamentos e sentimentos quanto à temática.

Parte 1: A situação atual

SOBRE MIM	SOBRE A MINHA TURMA
<p>1. Qual meu nível de experiência em relação à educação ambiental voltada para resíduos sólidos?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Iniciante <input type="checkbox"/> Intermediário <input type="checkbox"/> Experiente</p>	<p>8. Qual o nível de experiência da minha turma em relação à educação ambiental voltada para resíduos sólidos?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Iniciante <input type="checkbox"/> Intermediário <input type="checkbox"/> Experiente</p>
<p>2. O que mais me anima com relação à educação ambiental?</p>	<p>9. Quanto ao apoio dos pais para a educação ambiental voltada para resíduos sólidos.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Muito <input type="checkbox"/> Pouco <input type="checkbox"/> Não apoia <input type="checkbox"/> Não sei</p>
<p>3. Quais são minhas preocupações com relação à temática?</p>	<p>10. Quais os maiores desafios que os alunos enfrentarão quanto a esta temática? Você pode fazer comentários gerais ou considerar seus alunos de forma individual.</p>
<p>4. Qual a frequência ideal de aplicação de ações de educação ambiental em sala de aula?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 1 vez por mês <input type="checkbox"/> 1 vez por ano <input checked="" type="checkbox"/> 1 vez por semestre <input checked="" type="checkbox"/> Sempre que der/puder</p>	<p>11. Quais os benefícios que essa aprendizagem pode trazer para meus alunos? Você pode fazer comentários gerais ou considerar seus alunos de forma individual.</p>
<p>5. Quais disciplinas são importantes para as ações de educação ambiental?</p>	
<p>6. O quanto eu acho que a administração da escola apoia essas ações?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Muito <input type="checkbox"/> Não muito <input type="checkbox"/> Depende <input type="checkbox"/> Não apoia</p>	
<p>7. Quais os benefícios que eu vejo para a educação ambiental voltada para resíduos sólidos?</p>	

Parte 2: O início

SOBRE MIM

1. Quem eu preciso informar?	7. Qual suporte irei precisar (recursos, supervisão, ajuda...)?
2. Quando informar?	8. Quem irei pedir ajuda (colegas, pais voluntários, alunos mais velhos...)?
3. Quais formulários eu preciso preparar e para quem enviar (quando realizar atividades fora da escola, por exemplo)	9. Quando vou começar? Sempre pense em um “plano B” caso algo fuja do controle.
4. Qual informação técnica eu preciso para as práticas (de segurança, legislação, teoria...)?	SOBRE A MINHA TURMA
5. Quais materiais irei precisar? A escola já possui ou preciso adquirir?	10. Como irei fazer para incentivá-los e estimulá-los?
6. Eu irei utilizar espaços externos à sala de aula? Se sim, faça uma visitaprévia.	

**EXEMPLO DE CARTA AOS COLEGAS DE TRABALHO E
ADMINISTRAÇÃO DA ESCOLA**

Aos meus colegas de trabalho e à coordenação

Planejei uma rotina diferente de aprendizado este ano para a minha turma, e gostaria de compartilhá-la com você. Espero obter o seu apoio, e também conto com a sua participação!

Buscando desenvolver a sensibilização para a proteção do meio ambiente e os resíduos sólidos em nossos alunos, preparei uma série de atividades dentro e fora de sala de aula, visando a educação ambiental.

Pode ser que você me veja ensinando dentro e ao redor do pátio da escola, entregando conteúdos similares ao ensinado em ambientes fechados. Nestes casos, ,me preparei com medidas de segurança e a aceitação dos responsáveis.

Gostaria de compartilhar meus planos com você caso queira aplicar com seus alunos também, e a fim de receber seu feedback e aprovação!

Obrigado,

EXEMPLO DE CARTA AOS PAIS

Aos pais

Planejei uma rotina diferente de aprendizado este ano para a minha turma, e gostaria de compartilhá-la com você, para que saiba o que significa para você e seu filho!

Buscando desenvolver a sensibilização para a proteção do meio ambiente e os resíduos sólidos em nossos alunos, preparei uma série de atividades dentro e fora de sala de aula, visando a educação ambiental.

Pode ser que você me veja ensinando dentro e ao redor do pátio da escola, entregando conteúdos similares ao ensinado em ambientes fechados. Nestes casos, ,me preparei com todas as medidas de segurança .

Se você tem qualquer dúvida ou questionamento sobre a metodologia de ensino ou as ações de educação ambiental que serão aplicadas, sinta-se a vontade para me questionar.

Obrigado,

LISTA DE VERIFICAÇÃO – CHECK LIST

Data da atividade	
Período	
Disciplina	
Título de atividade	
Outros comentários	

- ✓ Alunos informados com antecedência
- ✓ Necessita de termo de consentimento dos pais
- ✓ Materiais preparados
- ✓ Conteúdo previamente abordado em sala de aula
- ✓ Aprovação da coordenação

Reflexões sobre a experiência:

SEÇÃO 2 – EXPERIÊNCIAS DE APRENDIZADO

PROPOSTA DE ATIVIDADES

Essa seção está dividida em 3 partes, e forma a maior parte deste material.

A primeira parte é Entendendo Sobre Resíduos, uma oportunidade para que o professor entenda mais sobre a temática. Serão abordadas definições, legislação, aplicação e reflexões sobre todos os tópicos que serão abordados durante as atividades. O que se pretende alcançar nesta primeira fase é o entendimento do professor a respeito da teoria sobre resíduos sólidos. A relação com cada uma das atividades também é apresentada.

A segunda parte oferece 20 atividades curtas, passíveis de serem feitas no dia a dia da escola, e relacionadas ao currículo para serem executadas com os alunos a fim de promover a educação ambiental voltada para resíduos sólidos. Essas atividades propostas ajudam o professor a experimentar ações de educação ambiental dentro e fora de sala de aula, refletir sobre a experiência (tanto pessoalmente quanto da turma) e desenvolver rotinas bem-sucedidas de educação ambiental.

A terceira parte apresenta referências adicionais que servirão de inspiração para este paradidático, e podem te inspirar também. Nesta parte, o professor pode buscar por mais conhecimento, práticas, e lições para adicionar e contribuir ainda mais nos conhecimentos sobre o tema.

1ª PARTE – ENTENDENDO SOBRE RESÍDUOS

Este material tem por finalidade auxiliar o professor a desenvolver atividades relacionadas ao tema resíduos sólidos, de maneira atual, interdisciplinar e em diferentes faixas etárias.

Para isso, é necessário que o professor também tenha um embasamento teórico sobre o tema, e como ele pode ser facilitado e facilmente acessado sempre que surgirem dúvidas.

Nesta primeira parte, são apresentados referencial teórico sobre temas que serão abordados na parte 2 desta seção, de forma clara e objetiva, visando a compreensão e linguajar voltado para o ensino nas faixas etárias deste material.

ÍNDICE

1. O que são resíduos sólidos
2. Legislação
3. Classificação
4. 3 Rs (reduzir, reciclar e reutilizar)
5. Destinação final ambientalmente correta
6. Sustentabilidade e a Agenda 2030 da ONU – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
7. *English Vocabulary*

1. O que são resíduos sólidos

Atividades para embasamento:

- O que você sabe sobre resíduos sólidos?
 - Charadas da natureza
 - Repórteres da natureza
 - Batata quente
 - Criando e recriando

Os resíduos sólidos são aqueles resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Quando se trata de resíduos sólidos urbanos (RSU), eles são comumente classificados em **recicláveis, rejeitos e orgânicos**.

Os resíduos **recicláveis** são os materiais que podem retornar ao ciclo produtivo através da reciclagem (BRASIL, 2006). Os **rejeitos** são classificados como aqueles que não possuem tratamento e recuperação por processos tecnológicos e/ou economicamente viáveis, sendo a única destinação possível, a ambientalmente adequada em aterros sanitários (BRASIL, 2010). E os resíduos **orgânicos** são constituídos por restos animais e/ou vegetais e podem ter diversas origens, como a doméstica, urbana, agrícola, industrial e de saneamento (MMA, 2018).

2. Legislação

Atividades para embasamento:

- Encontrando resíduos

As leis, normas e regulamentações quanto às questões ambientais e resíduos sólidos tem papel fundamental para nos fornecer diretrizes na preservação do meio ambiente.

As primeiras iniciativas neste sentido se remetem à década de 1930, com a potencialização da indústria brasileira. Porém, somente na década de 1970 o tema foi realmente ganhando força.

Pode-se citar algumas leis ambientais importantes, como por exemplo:

-
- Decreto n° 24.643/34 – Código das águas;

- Lei nº 6.938/1981 – Política Nacional de Meio Ambiente;
- Lei nº 9.433/1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos;
- Lei nº 9.605/1998 – Leis de Crimes Ambientais;
- Lei nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos, focoeste guia;
- Lei nº 12.187/2009 – Política Nacional de Mudanças Climáticas.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi um marco no gerenciamento de resíduos sólidos no país. Ela é referência quanto se trata do tema, e parte integrante da Política Nacional do Meio Ambiente. A PNRS reúne conjunto de objetivos, instrumentos, princípios e diretrizes para o correto gerenciamento de resíduos e a legitimação das políticas estaduais, municipais e setores privados sobre o tema.

3. Classificação

Atividades para embasamento:

- O que você sabe sobre resíduos sólidos?
 - Encontrando resíduos
 - Charadas da natureza
 - Repórteres da natureza
- Vamos confeccionar lixeiras?
 - Gincana das lixeiras
 - Caça ao tesouro
 - Bingo dos sons
 - A compostagem
 - Batata quente

Em linhas gerais, podemos dizer que os resíduos sólidos é tudo aquilo que não queremos mais, ou que queremos/precisamos dar um descarte.

Existe várias classificações para os resíduos sólidos, e a mais comum delas é quanto à origem do resíduo.

Classificação	Origem
Domiciliares	Atividades domésticas (residências)
De limpeza urbana	Varrição, limpeza de logradouros e vias públicas
Sólidos Urbanos	Domiciliares + Limpeza Urbana
De Estabelecimentos Comerciais	Comerciais e prestadores de serviço
Serviços Públicos de Saneamento básico	Os gerados nesta atividade
Industriais	Gerados nos processos produtivos e instalações industriais
Serviço de Saúde	Gerados no serviço de saúde
Agrossilvopastoris	Atividades agropecuárias e silviculturais
Serviço de transporte	Postos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários, ferroviários e passagens de fronteira
Mineração	Atividade da pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios

4. Os 3Rs (Reducir, Reutilizar e Reciclar).

Atividades para embasamento:

- Gincana da arrecadação
- A compostagem
- Mini horta

O conceito dos 3Rs ficou muito conhecido após citação na Agenda 21 na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92). Este princípio dita que devemos sempre pensar nesses 3 Rs, preferencialmente nesta ordem.

Reducir implica em diminuir o desperdício, consumo e, consequentemente, resíduos. Pode-se reduzir o consumo de água, de materiais plásticos, de energia...

Reutilizar é atribuir uma nova função para o que iria ser descartado. Pode ser por meio de conserto, reaproveitamento, reutilização pra outro fim...

Reciclar significa a transformação físico-química de um material para obtenção de um novo produto ou matéria-prima.

Atualmente, alguns pesquisadores já citam em seus trabalhos os princípios dos 5Rs, incluindo: repensar e recusar.

5. Destinação final ambientalmente adequada

Atividades para embasamento:

- O que você sabe sobre resíduos sólidos?
 - Charadas da natureza
 - Repórteres da natureza
 - Gincana das lixeiras
 - Caça ao tesouro
 - A compostagem
 - Batata quente

Todos os resíduos gerados devem receber tratamento adequado visando minimizar/eliminar riscos ambientais. A depender da classificação do resíduo, existe uma destinação final ambientalmente correta. As mais usuais no Brasil são:

Resíduo	Destinação adequada
Recicláveis	Cooperativas de reciclagem
Rejeito	Aterro sanitário
Orgânico	Compostagem

As cooperativas de reciclagem

A reciclagem é reaproveitar um material como matéria-prima para um novo produto. É um processo que visa a diminuição dos impactos ambientais, mas também dos sociais, através das cooperativas de reciclagem.

As cooperativas de reciclagem atuam na associação de indivíduos em prol da reciclagem. Essas cooperativas, em convênio com as prefeituras, fazem do resíduo a sua fonte de renda, triando (separando) esses materiais e os

vendendo para empresas que fazem uso destes como matéria-prima.

Atualmente são mais de 2 mil cooperativas espalhadas pelo Brasil.

Rejeito

A forma mais usual utilizada no Brasil para a destinação final do rejeito, é depositá-lo em aterros sanitários.

O Aterro Sanitário é uma obra da engenharia que acomoda, no solo, o rejeito. Diferente do “lixão” possui camada impermeabilizante para evitar contaminação de solo e lençol freático, e, ao final de cada jornada de trabalho, uma nova camada de solo é depositada acima dos resíduos para evitar doenças, mal cheiro e vetores. Ainda, deve possuir sistema de coleta de chorume, tratamento e coleta de gases, drenagem pluvial, entre outros.

Compostagem

É o processo de decomposição do resíduo orgânico, que ao final, se torna um composto (adubo), que pode ser depositado no solo.

É uma excelente alternativa para resíduos agrícolas, industriais e domésticos, pois reduz o volume dos aterros.

A logística reversa

Por meio de acordos setoriais entre estado e empresas, os fabricantes de alguns materiais (resíduos e embalagens de agrotóxicos, pilhas e baterias, óleo lubrificantes, lâmpadas fluorescentes, produtos eletrônicos...) tiveram que se estruturar para recolher e destinar corretamente os resíduos de sua geração. Ou seja, o consumidor final pode, através da logística reversa, encaminhar estes materiais de volta ao fabricante, e este deve se preocupar com o destino ambientalmente correto.

O “lixão”

O lixão” é a disposição final sem proteção alguma ao meio ambiente. Os resíduos ficam a céu aberto, sem controle, atraindo pessoas, vetores, causando doenças e contaminação de solo, ar e lençol freático.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos proibiu o funcionamento dos lixões, dando prazo para a regularização pelos municípios até 2014. Porém este prazo vem sendo prorrogado até então.

6. Sustentabilidade e a Agenda 2030 da ONU – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

Atividades para embasamento:

- Desenho sustentável
- Pensando em férias
- Gincana de arrecadação
- Tempo de decomposição dos materiais
- A compostagem
- A natureza na fotografia
- Geografia do local

A definição de “desenvolvimento sustentável” se estabeleceu na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (Cúpula da Terra) em 1992, e vem cada vez mais ganhando força.

Este termo tem uma definição muito conhecida: “desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das gerações futuras”.

Dessa forma, a sustentabilidade é um tripé: ambiental, social e econômico. Isso significa que as três vertentes são igualmente importantes e devem ser levadas em consideração na sociedade atual.

A responsabilidade social não se refere somente ao que o ser humano pode ganhar, mas como pode ter qualidade de vida. Está associada à distribuição de renda, justiça e equidade.

A responsabilidade ambiental está relacionada ao uso racional dos recursos existentes sem a deterioração ambiental. Neste conceito, tanto o modelo de produção quanto o de consumo devem se pautar na preservação e manutenção de recursos naturais.

A sustentabilidade econômica é o equilíbrio entre a capacidade de utilização de recursos naturais e o alcance dos objetivos econômicos. Ou seja, não se pode pensar somente na parte econômica em um negócio, mas sim, que a parte social e ambiental são igualmente importantes.

Diante disso, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) através do atingimento de uma Agenda até o ano de 2030. Esses objetivos são um “apelo” para atingir a sustentabilidade.

Cada um dos 17 objetivos possui metas a serem alcançadas, em diferentes frentes, como a Erradicação da Pobreza, Educação de Qualidade, Igualdade de Gênero, Energia Limpa e Acessível, Consumo e Produção Sustentáveis, Paz, Justiça e Instituições Eficazes, entre outros.

7. English Vocabulary

Atividades para embasamento:

- Learning in English
- The waste

Abaixo são apresentados alguns termos técnicos e usuais que podem auxiliar o professor na hora de desenvolver o vocabulário em inglês.

Português	Inglês
Aterro sanitário	Sanitary Landfill
Cooperativas de reciclagem	Recycle Cooperatives
Compostagem	Composting
Desenvolvimento sustentável	Sustainable Development
Destinação final ambientalmente adequada	Environmentally Appropriate destination
Educação Ambiental	Environmental Education
Estação de Tratamento de Esgoto	Sewage Treatment Plant
Lixão	Dump ou Garbage dump
Lixeiras	Trash Can
Meio Ambiente	Environment
Orgânico	Organic Waste
Reciclável / Reciclagem	Recyclable / Recycling

Rejeito	Non-recyclable Waste
Resíduos	Waste
Sustentabilidade	Sustainability

Língua Portuguesa		Língua Estrangeira		Artes		Matemática		Ciências		História		Geografia	
Iniciais	Finais	Iniciais	Finais	Iniciais	Finais	Iniciais	Finais	Iniciais	Finais	Iniciais	Finais	Iniciais	Finais
Oralidade	Gramática	Gramática	Diferentes formas artísticas	Promoção da arte	Números	Números	Máteria e energia	Máteria e energia	Noções de sujeito	Sujeito e espaço	Sujeito e espaço	Sujeito e espaço	
Alfabetização	Função social da linguagem	Escrita	Papel social	Operações unitárias	Álgebra	Seres vivos e meio ambiente	Seres vivos e meio ambiente	Seres vivos e meio ambiente	Noções de sociedade	Escalas e conexões	Representações cartográficas	Representações cartográficas	
Leitura	Interpretação de texto	Leitura	História da arte	Geometria	Geometria	Vida, terra e universo	Vida, terra e universo	Vida, terra e universo	Lugar	Fontes históricas	Geografia do Brasil	Geografia do Brasil	
Escrita	Produção textual			Grandezas e medidas	Grandezas e medidas	Seres humanos	Seres humanos	Seres humanos	Tempo	Trabalho	Trabalho	Trabalho	
				Probabilidade e estatística	Probabilidade e estatística	Tecnologia e sustentabilidade	Cultura e expressões humanas	Cultura e expressões humanas		Pensamento espacial	Globalização		
										Natureza e meio ambiente	Natureza e meio ambiente	Energia	
												Cidadania	

2ª PARTE - PROPOSTA DE ATIVIDADES

As atividades propostas foram elaboradas para fornecer sugestões baseadas no currículo e que podem ser concluídas em curto período (cerca de 45 minutos), de fácil aplicação e acessíveis de serem feitas na escola (físicos, materiais, econômicos e pedagógicos). Nada impede que elas sejam divididas ou aplicadas, por exemplo, no começo e no final do semestre como comparação dos resultados.

Na maioria dos casos, as atividades atenderão diferentes séries do ensino básico e fundamental, e podem ser adaptadas para atender além disso.

Ao todo, este material apresenta 20 atividades, sendo que cada uma inclui: comentários gerais sobre a atividade, sugestões apropriadas de execução, conexões curriculares, descrição das etapas a serem seguidas, e algumas possuem opções para modificar ou estender a atividade.

De acordo com a Resolução nº 7 de 14 de dezembro de 2010, que fixa diretrizes curriculares nacionais para o Ensino Fundamental de 9 anos, os componentes curriculares obrigatórios do Ensino Fundamental serão assim organizados em relação às áreas de conhecimento abaixo.

ATIVIDADES

Atividades	Página	Séries	Linguagens				Matemática	Ciências da natureza	Ciências Humanas	
			P/M	E	A	EF			H	G
O que você sabe sobre resíduos?	27	F II	X						X	X
Encontrando resíduos	28	F II	X							X
Charadas da natureza	29	F II	X		X				X	
Repórteres da natureza	29	F II	X							
Learning in English	30	F II		X						
The Waste	31	F II		X				X		
Vamos confeccionar lixeiras?	34	F II			X					
Desenho sustentável	35	F II			X					X
Pesando em férias!	36	F II			X				X	
Gincana lixeiras	37	F II			X	X				
Gincana de arrecadação	38	F II				X				
Caça ao tesouro	39	F II				X		X		
Tempo de decomposição de materiais	40	F II					X			
Bingo dos sons	41	F II					X			
A compostagem	42	F II						X		
A natureza na fotografia	43	F II						X	X	X
Geografia do local	44	F II								X
Criando e recriando	45	F II	X					X		
Mini horta	46	F II						X	X	
Batata-quente	47	F II				X		X		

Legenda: **F II:** Ensino Fundamental 2; **P/M:** português e/ou língua materna; **E:** língua estrangeira (inglês); **A:** artes; **EF:** educação física; **H:** história; **G:** geografia.

O que você sabe sobre resíduos?

Séries:

Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares: <ul style="list-style-type: none">• Língua portuguesa: Alfabetização e escrita;• História: Noções de sociedade;• Geografia: Natureza e meio ambiente.	Objetivo do professor: <ul style="list-style-type: none">• Avaliar o nível de conhecimento da turma no início do ano;• Verificar o entendimento quanto ao tema ao final do ano letivo.
Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho: <ul style="list-style-type: none">• Olhar crítico;• Responsabilidade;• Trabalho independente.	Opções de atividade: <p>Após o texto, revise os principais conceitos relacionados aos resíduos sólidos.</p> <p>Peça para o aluno identificar pontos de geração de resíduos na escola, e o que a escola está fazendo com os resíduos.</p> <p>Peça também para que ele conte a seus pais sobre os resíduos sólidos, e verifique o acontece em sua casa.</p> <p>Traga para discussão posterior a percepção dos alunos.</p>
Materiais necessários: <ul style="list-style-type: none">• Caderno;• Lápis;• Lápis de cor.	
Atividade – Dividida em 2 etapas	
ETAPA 1 <p>Para iniciar, é necessário que se faça uma breve explicação aos alunos para a inserção do tema, e do porquê e como ele pode ser aplicado na sua disciplina. Após contextualizado, os alunos deverão escrever um texto sobre o que pensam ser resíduos sólidos. É importante ressaltar com os alunos neste ponto, que eles não serão avaliados.</p> <p>Os alunos também podem fazer um desenho representativo do que são os resíduos sólidos.</p> <p>Ao final desta etapa, sugere-se informar que ao final do semestre os textos serão devolvidos a eles, para se lembrarem do que foi escrito e o que aprenderam ao longo dos meses.</p>	ETAPA 2 <p>A segunda etapa deverá ser realizada ao final do período letivo. Sugere-se para este segundo momento, que a turma seja organizada de forma circular a fim de proporcionar o diálogo entre eles.</p> <p>Nesta etapa, os textos e desenhos deverão ser devolvidos aos alunos, para que se lembrem do que foi escrito no início do período letivo e do aprendizado adquirido até ali.</p> <p>Nesta hora, sugere-se abrir para discussão sobre o que acharam da atividade.</p>

Encontrando resíduos

Séries:
Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Língua portuguesa: Oralidade;
- Geografia: Natureza e meio ambiente.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Organização;
- Trabalho em grupo.

Atividade

Esta atividade é melhor executada se realizada em área externa (pátio da escola, por exemplo).

Divida os alunos em duplas.

Os alunos se reúnem em um círculo e ficam alguns segundos em silêncio, somente observando o que existe à sua volta.

Instrua os alunos para que encontrem três objetos interessantes que estão no pátio da escola.

Peça para que a dupla compartilhe o que encontrou, descrevendo-o, e dizendo qual a classificação do resíduo (orgânico, reciclável ou rejeito) e como se dá o seu descarte.

A dupla retorna ao seu lugar e a próxima dupla compartilha, até que todos tenham participado.

Objetivo do professor:

- Avaliar o nível de conhecimento da turma a respeito dos resíduos.
- Propor a interação, cooperação e criatividade.

Opções de atividade:

Após a dinâmica, revise os principais conceitos relacionados aos resíduos sólidos.

Peça para o aluno dizer se consegue identificar pontos onde esse resíduo pode ser gerado na escola, e o que a escola está fazendo com os resíduos. Você pode também discutir com os alunos os impactos ambientais que esses resíduos causariam no meio ambiente (poluição da água, do solo, da atmosfera...).

Charadas da natureza

Séries:

Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Língua portuguesa: Oralidade;
- Artes: Diferentes formas artísticas;
- História: Cultura e expressões humanas.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Colaboração;
- Iniciativa.

Objetivo do professor:

- Fixar conteúdo a respeito dos resíduos
- Propor a interação, cooperação e criatividade.

Opções de atividade:

Após a dinâmica, revise conceitos relacionados aos resíduos sólidos. Você pode lincar essa atividade com as aulas de ciências ou geografia.

Atividade:

Esta atividade é melhor executada se realizada em área externa (pátio da escola, por exemplo).

Divida os alunos em pequenos grupos.

Peça para que os grupos se reúnam e discutam sobre resíduos sólidos.

Você pode fazer um brainstorm com os alunos, para que eles pensem sobre as pessoas que trabalham com resíduos sólidos, sobre a poluição causada, como pode afetar a fauna e flora.

Eles devem escolher até 3 componentes do mundo natural e criar charadas (mímicas, “o que é o que é” ...) para que as outras equipes adivinhem.

Ganham pontos a equipe que acertar a charada, e a equipe que teve a charada acertada.

Repórteres da natureza

Séries:

Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Língua portuguesa: Comunicação oral.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Colaboração;
- Responsabilidade.

Materiais necessários:

- Caderno e lápis.

Objetivo do professor:

- Avaliar o nível de conhecimento do aluno, para perguntas e respostas.

Opções de atividade:

O aluno pode escrever uma pequena notícia sobre a sua pergunta e as respostas encontradas, como se fosse uma entrevista.

Traga para discussão posterior a percepção dos alunos.

Atividade:

Cada aluno tem 5 minutos para fazer 2 perguntas sobre resíduos sólidos para o seu colega.

Para isso, faça 2 círculos, 1 interno e 1 externo. Faça com que cada aluno do círculo interno entreviste o aluno mais próximo do círculo externo. Ande para a direita para entrevistar a próxima pessoa. Peça para que anotem as respostas.

Learning in english (Aprendendo em inglês)

Séries:

Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Língua estrangeira – inglês.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Olhar crítico;
- Trabalho independente.

Materiais necessários:

- Caderno;
- Lápis;
- Caixa de som ou televisão.

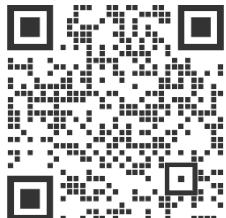
Atividade

Para iniciar, é necessário que se faça uma breve explicação aos alunos para a inserção do tema, e do porquê e como ele pode ser aplicado na sua disciplina. Para reforçar o conteúdo estudado, é sugerido apresentar uma música para o aluno com o tema reciclagem. A canção se chama “A Tisket, A Tasket”.

Na versão proposta pela LingoKids (famosa pela versão de Ela Fitzgerald), os alunos podem acompanhar a personagem Lisa limpando a rua e promovendo a destinação final nas lixeiras adequadas, com suas respectivas cores.

Os alunos aprenderão, em inglês, os principais materiais recicláveis, como o plástico, papel, vidro, além do reforço das cores em língua estrangeira.

Para acessar a música no YouTube:



Objetivo do professor:

- Avaliar o nível de conhecimento da turma;
- Ensinar vocabulário.

Opções de atividade:

Após o texto, revise os principais conceitos relacionados aos resíduos sólidos em língua estrangeira. Você pode, e deve, ir além do proposto na música.

To listen the proposed task in English, access our podcast that can be found in the end of this guide!

LETRA DA MÚSICA

A tisket, a tasket	Uma tarefa
I saw a piece os plastic	Eu vi um pedaço de plástico
I picked it up. I tossed it in	Eu peguei. Eu joguei
A big and yellow recycling bin	Dentro de uma grande lixeira amarela
A whittle a wattle	Um assobio. Um barril.
I saw an old glass bottle	Eu vi uma velha garrafa de vidro
I picked it up. I tossed it in	Eu peguei. Eu joguei
A big and green recycling bin	Dentro de uma grande lixeira verde
A dipper a daper	Uma bacia. Uma pá
A saw a piece of paper	Eu vi um pedaço de papel
I picked it up. I tossed it in	Eu peguei. Eu joguei
A big and blue recycling bin	Dentro de uma grande lixeira azul
A tricker a tracker	Um truque. Um rastreador.
I saw an old stale cracker	Eu vi um biscoito velho
I picked it up. I tossed it in	Eu peguei. Eu joguei
A big and brown compost bin	Dentro de uma grande caixa de compostagem marrom

The waste

Séries:
Ensino Fundamental 2

<p>Conexão curriculares: • Língua estrangeira – inglês.</p>	<p>Objetivo do professor: • Avaliar o nível de conhecimento da turma; • Ensinar vocabulário.</p>
<p>Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho: • Olhar crítico; • Trabalho independente.</p>	<p>Opções de atividade: Após o texto, revise os principais conceitos relacionados aos resíduos sólidos em língua estrangeira. Você pode, e deve, ir além do proposto na música.</p>
<p>Materiais necessários: • Caderno; • Lápis; • Caixa de som ou televisão.</p>	

Atividade

Para esta primeira etapa, é sugerido que o professor apresente ao aluno o vídeo proposto. Você pode acessar o vídeo no YouTube através do QRCode abaixo:



Sugere-se que o professor apresente o texto em inglês para o aluno, e vá traduzindo com ele todo o vídeo.

Para a segunda etapa, propõe-se que o professor faça uma dinâmica com o aluno, pedindo que o aluno copie no caderno, em inglês, trechos em que o texto sugere algumas ações para evitar o desperdício. Em seguida, que ele diga se algumas dessas ações a família tem o costume de realizar no dia a dia.

Texto do vídeo

Hello, friends. Today, we're going to learn about the importance of promoting responsible consumption	Olá, amigos. Hoje, vamos aprender sobre a importância de promover o consumo responsável
Have you heard about it? Responsible consumption is about consuming products based on our real needs and choosing options that are beneficial for the environment and the social equilibrium.	Você já ouviu falar sobre isso? O consumo responsável consiste em consumir produtos com base nas nossas reais necessidades e escolher opções que sejam benéficas para o ambiente e o equilíbrio social.
Sometimes we buy things we don't need. Too many clothes, toys and	Às vezes compramos muitos produtos a mais do que realmente precisamos. Muitas roupas,

electronic devices.	brinquedos e dispositivos eletrônicos.
Do you think we really need all these?	Você acha que realmente precisamos de tudo isso?
Could we try to make the best out of what we have without buying new things?	Podemos tentar tirar o melhor proveito do que temos sem comprar coisas novas?
Responsible consumption is based on the three R principal: reduce, reuse, and recycle. Look at the shopping basket	O consumo responsável é baseado nos três princípios de R: reduzir, reutilizar e reciclar. Olha a cesta de compras
We could reduce waste buying two big bottles of this drink instead of six small cans	Poderíamos reduzir o desperdício comprando duas garrafas grandes desta bebida em vez de seis pequenas latas
You'd be buying the same product generating last waste. We can reuse this glass jar to store some other foods	Você estaria comprando o mesmo produto, gerando o último desperdício. Podemos reutilizar este frasco de vidro para armazenar alguns outros alimentos
We could also reuse these sheets of paper for a note taking by writing on the blank side	Também poderíamos reutilizar essas folhas de papel para fazer anotações, escrevendo no lado em branco
The last step is to recycle. We can recycle material like plastic, glass, or cardboard. Did you know we can make a book by recycling eight serial boxes?	A última etapa é reciclar. Podemos reciclar materiais como plástico, vidro ou papelão. Você sabia que podemos fazer um livro reciclando caixas?
Consuming products we don't need can be very harmful for our planet. That's why we should change some of our habits	Consumir produtos de que não precisamos, pode ser muito prejudicial para o nosso planeta. É por isso que devemos mudar alguns de nossos hábitos
Some ideas: Plan your shopping and make a list of the things you need.	Algumas ideias: Planeje suas compras e faça uma lista do que você precisa.
This will help you to save money and keep you from buying products you don't need.	Isso ajudará você a economizar dinheiro e evitará a compra de produtos desnecessários.
Careful with food waste. Did you know that each household weighs 76 kg of food?	Cuidado com o desperdício de alimentos. Você sabia que cada família desperdiça 76 kg de alimento?
To stop this, it is necessary to prepare or order only the food you'll actually eat. Like we said before planning your grocery shopping is key to stop buying more than you need.	Para impedir isso, é necessário preparar ou pedir apenas os alimentos que você realmente comer. Como dissemos antes, planejar suas compras no mercado é a chave para parar de comprar mais do que o necessário.
To generate zero waste avoid buying canned or packaged products	Para desperdício zero, evite comprar produtos enlatados ou embalados
If that's not possible, try to buy products packaged and containers that	Se isso não for possível, tente comprar produtos embalados e recipientes que

you can reuse and recycle	você pode reutilizar e reciclar
---------------------------	---------------------------------

<p>Visit traditional markets in buy local produce. The people who sell it these markets buy products locally that's why they are more fresh and sustainable</p>	<p>Visite os mercados tradicionais e compre produtos locais. As pessoas que vendem nesses mercados compram produtos localmente, por isso são mais frescos e sustentáveis</p>
<p>Besides, there is no need to try to go local market, you could buy there. This way, help to reduce contamination caused by transporting goods between the point origin and the point of use.</p>	<p>Além disso, não há necessidade de tentar ir ao mercado local, você pode comprar lá. Desta forma, ajudam a reduzir a contaminação causada pelo transporte das coisas entre o ponto de origem e o ponto de uso.</p>
<p>Try not to use plastic bags. Bring your own bags from home. Reuse cloth bags.</p>	<p>Tente não usar sacolas plásticas. Traga suas próprias sacolas de casa.</p>



Vamos confeccionar lixeiras?

Séries:

Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Artes: Diferentes formas artísticas.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Criatividade;
- Trabalho independente;
- Trabalho colaborativo.

Objetivo do professor:

- Promover a criatividade e liberdade artística no aluno;
- Trazer conteúdo ligado à classificação de resíduos sólidos.

Opções de atividade:

Após a atividade, revise os principais conceitos relacionados ao descarte de resíduos sólidos.

Peça para o aluno identificar se as lixeiras espalhadas pela escola também possuem estas cores.

Peça também para que ele conte a seus pais sobre as cores das lixeiras. Traga para discussão se a cor das lixeiras ajuda na hora de descartar corretamente o resíduo.

Materiais necessários:

- 8 caixas de papelão grandes;
- Materiais de papelaria que estiverem disponíveis.

Atividade – Dividida em 2 etapas

Etapa 1: Conhecendo as cores

Nesta primeira etapa, é fundamental que o aluno saiba quais cores das lixeiras correspondem a qual classe de resíduos.

Para isso, o professor deve informar que as caixas/lixeiras, devem obedecer às cores das lixeiras conforme tabela abaixo:

ETAPA 2: Confeccionando as lixeiras

Nesta etapa, as caixas de papelão serão transformadas em lixeiras.

Deve ser feita, pelo menos, 1 lixeira por cor/resíduo.

A lixeira (caixa) deve estar identificada com o nome do resíduo de descarte.

Resíduo	Cor da lixeira
Metal	Amarela
Plástico	Vermelha
Vidro	Verde
Papel	Azul
Rejeito	Cinza/Preto
Orgânico	Marrom
Perigosos	Alaranjado
Recicláveis	Verde

A lixeira pode ser customizada, com desenhos, recortes, colagens...solte a criatividade!

As caixas aqui elaboradas, serão utilizadas novamente em “Gincana das lixeiras”.

Desenho sustentável

Séries:

Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Artes: Diferentes formas artísticas.
- Geografia: Natureza e meio ambiente.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Incentivo à criatividade;
- Trabalho independente.

Objetivo do professor:

- Promover a discussão sobre sustentabilidade, consumo e produção desenfreados;
- Promover a criatividade do aluno através do desenho.

Opções de atividade:

Durante toda a atividade, revise os principais conceitos relacionados ao consumo e produção desenfreada, e faça um link com os resíduos sólidos. Peça também para que ele conte a seus pais sobre o que aprendeu.

Materiais necessários:

- Materiais de desenho e papelaria que estiverem disponíveis;
- Caixa de som ou televisão.

Atividade – Dividida em 2 etapas

Etapa 1: Entendendo sobre o tema

Nesta primeira etapa, é importante trazer o conteúdo para reflexão. Para isso, sugere-se o seguinte vídeo:



Etapa 2: Começando o desenho!

Após assistir ao vídeo contextualize a problemática do consumo e produção desenfreada, e sobre como isso afeta a sustentabilidade.

Peça para que o aluno faça um desenho sobre o que ele entendeu. Nesta etapa, é importante que todos os materiais para desenho estejam disponíveis para os alunos.

Pensando em férias!

Séries:

Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Artes: Papel social;
- História: Lugar e tempo.

Objetivo do professor:

- Incentivar a imaginação, e trazer um momento de paz ou alternativa em dias de estresse.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Criatividade;
- Trabalho independente.

Opções de atividade:

O professor pode fazer algumas perguntas, como:

- Por que você escolheu este lugar?
- Como você se sentiu quando esteve lá?
- Como se sentiria se este lugar estivesse poluído? Você gostaria de voltar para lá?

Atividade:

Esta atividade é melhor executada se realizada em área externa, de preferência em um local silencioso e com gramado.

Peça para que os alunos se espalhem pelo local, onde se sentem mais confortáveis. Eles podem ficar sentados ou deitados.

Após todos acomodados e em silêncio, peça para que imaginem seu lugar favorito ao ar livre, ou algum lugar que eles queiram muito visitar/conhecer. Eles devem se imaginar estando lá, vendo as paisagens, sentindo o ar, os cheiros, sons, texturas. Peça que agora eles imaginem se este local está limpo, sem mal cheiro, sem animais peçonhos, e traga a reflexão se eles gostariam de voltar a este lugar se ele estivesse poluído.

Reforce após o exercício, que qualquer pessoa pode tirar “férias mentais” para ajudar a relaxar sempre que estiverem passando por momentos de estresse, raiva ou com muitos problemas.

Na sequência, peça para que alguns alunos compartilhem sobre o que imaginou. Você também pode pedir para que escrevam um texto sobre esta atividade.

Gincana das lixeiras

Séries:

Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Artes: Diferentes formas artísticas.
- Educação física.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Incentivo à prática de exercícios;
- Trabalho independente;
- Trabalho colaborativo.

Materiais necessários:

- Lixeiras elaboradas na atividade “Vamos confeccionar lixeiras?”;
- Materiais de papelaria que estiverem disponíveis (tinta, papel, colagens...).

Atividade – Dividida em 2 etapas

Etapa 1: Arrecadando resíduos

Nesta primeira etapa, é importante que alguns resíduos sejam arrecadados. Pode-se usar os próprios resíduos gerados na escola, ou pedir para que os alunos tragam de casa.

Não se esqueça que, caso o aluno traga o resíduo de casa, estes devem ser destinados corretamente de acordo com sua classificação.

Os resíduos devem estar higienizados. Deve-se ter a mesma quantidade de resíduos para cada classificação, por exemplo, 10 resíduos de papel, 10 resíduos de plástico, 10 resíduos orgânicos, e assim por diante.

Os resíduos de vidro podem ser substituídos por algo representativo, como um desenho, por exemplo.

Objetivo do professor:

- Promover o incentivo à cidadania;
- Trazer conteúdo ligado à classificação de resíduos sólidos.

Opções de atividade:

Após a atividade, revise os principais conceitos relacionados ao descarte de resíduos sólidos.

Assim como aconteceu na gincana, peça para que todos os alunos, ao identificarem algum resíduo no chão, destine ele para a lixeira adequada. Peça também para que ele conte a seus pais sobre a gincana.

Etapa 2: Começando a gincana!

É hora de começar a preparação para a gincana!

No pátio da escola, coloque as lixeiras confeccionadas na aula de Artes, uma ao lado da outra.

Espalhe os resíduos pelo pátio.

Peça que os alunos formem grupos a depender da quantidade de lixeiras que entrarão na gincana. Caso se trabalhe com 5 lixeiras (papel, plástico, metal, orgânicos, rejeito) por exemplo, deve-se formar 5 grupos.

O objetivo é que, no menor tempo, os alunos recolham todos os resíduos do seu grupo, e joguem nas respectivas lixeiras.

O time que destinar corretamente o resíduo na lixeira, vence a prova!

Caso exista alguma forma de premiar os participantes, pode ser uma estratégia interessante.

Gincana de arrecadação

Séries:
Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Educação física: incentivo à prática de exercício;
- Geografia: Natureza e meio ambiente.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Trabalho independente;
- Trabalho colaborativo.

Materiais necessários:

- Garrafas PET;
- Lacres de alumínio

Objetivo do professor:

- Promover a gincana de arrecadação para doação a entidades benfeicentes.

Opções de atividade:

Esta arrecadação pode promover a competição saudável dentro da escola, com a participação de todas as classes, até os setores administrativos.

Ao final, os lacres arrecadados devem ser doados à entidades que fazem uso para diversos fins.

Atividade

Nesta atividade, propõe-se que sejam realizada uma Gincana de arrecadação de lacres de latas de alumínio para doação. Esses lacres poderão se transformar em cadeiras de rodas.

Sugere-se que a gincana seja feita por turma. São necessárias, em média, 140 garrafas pet de 2 litros cheias de lacres de alumínio para a troca de uma cadeira de rodas.

Pode-se viabilizar parcerias para a obtenção de premiações para os campeões.

Caça ao tesouro

Séries:

Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Educação física: incentivo à prática de exercício;
- Geografia: Natureza e meio ambiente.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Trabalho colaborativo.

Objetivo do professor:

- Promover a colaboração entre os alunos da equipe;
- Propor reflexões sobre objetos encontrados onde não deveria.

Opções de atividade:

Você pode extrapolar a atividade somente sobre resíduos na hora de chamar por um item, da seguinte forma:

- Escolha a objetos por cor, forma, tamanho, textura...
- Encontre 2 texturas diferentes;
- Encontre um sinal de um animal (uma pena, por exemplo);
- Encontre algo que não pertença à natureza;
- Encontre algo mais velho que o professor.
- Encontre algo que dependa de outra...

Você ainda pode solicitar que eles escrevam uma história com os objetos encontrados.

Atividade

Esta atividade é melhor executada se realizada em área externa.

Crie grupos de 4 alunos.

O professor chama um item (por exemplo, “Encontre um resíduo reciclável da cor azul!”). Todas as equipes devem procurar pelo item.

Uma vez encontrado, eles retornam ao professor para ganhar seus pontos.

A primeira equipe que retornar ganha mais pontos, e recebe o segundo item da pesquisa.

No final da caça ao tesouro, a equipe com mais pontos acumulados vence.

Verifique se há disponibilidade de premiar a equipe vencedora.

Tempo de decomposição dos materiais

Séries:

Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Geografia: Natureza e meio ambiente.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Curiosidade;
- Trabalho independente;
- Trabalho colaborativo.

Materiais necessários:

- 5 garrafas PET transparentes;
- Tesoura;
- Terra;
- 1 pedaço de Vidro;
- 1 pedaço de Plástico;
- 1 Lata de alumínio;
- Pedaços de papel;
- Restos de matéria orgânica.

Objetivo do professor:

- Aguçar a curiosidade do aluno a respeito do tempo de composição dos materiais.

Opções de atividade:

Esta atividade consiste em um acompanhamento ao longo do semestre, e até dos anos seguintes. Após os resíduos enterrados, pode-se fazer uma placa com a data que o resíduo foi depositado ali, para o acompanhamento da decomposição dos materiais durante os anos. Traga a reflexão do tempo necessário para a decomposição deste material na natureza, e como isso pode afetar fauna e flora.

Atividade

Para montar o experimento, sugere-se o seguinte passo a passo:

1. Corte as garradas pet na metade, com o auxílio da tesoura;
2. Coloque terra em todas as garrafas
3. Deposite 1 material (vidro, plástico, alumínio, papel e matéria orgânica) enterrando-o, em cada uma das garrafas, individualmente;
4. Acondicione as garrafas em local onde as crianças podem mexer e visualizar o conteúdo;
5. Faça acompanhamentos ao longo do ano, para verificar a decomposição dos materiais.

Bingo dos sons

Séries:

Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Matemática: probabilidade.

Objetivo do professor:

- Avaliar o nível de conhecimento do aluno para a classificação de resíduos;
- Noções de probabilidade durante o jogo.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Colaboração;
- Trabalho em equipe.

Opções de atividade:

O professor pode ir abordando temas matemáticos durante o jogo, que vai desde a elaboração das cartelas de bingo, até a probabilidade de cada equipe ser campeã.

Materiais necessários:

- Cartelas de bingo de 3x3;
- Lápis.

Atividade:

Esta atividade é melhor executada se realizada em área externa, de preferência na cantina da escola, e, se possível, logo após o intervalo, onde existem resíduos que possam estar espalhados. O próprio professor pode “espalhar” resíduos propositalmente no local.

Divida os alunos em grupos de 4 pessoas.

Providencie ou elabore cartelas de bingo com três colunas e três quadrados cada (9 espaços), que serão rotuladas como “recicláveis”, “rejeito”, “orgânico”.

Agora comece o jogo. Os alunos em equipes anotam e recolhem os resíduos que encontrarem no local, os descartando em lixeira adequada. Quando isso acontecer, ele deve marcar um X na cartela. O jogo termina quando algum time preencher a cartela inteira com resíduos diferentes.

A compostagem

Séries:

Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Geografia: Natureza e meio ambiente.
- Ciências: Seres vivos e meio ambiente.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Incentivo à criatividade;
- Trabalho colaborativo;
- Disciplina.

Materiais necessários:

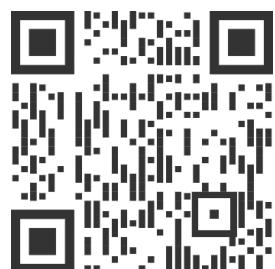
- Restos de alimentos;
- Terra ou serragem;
- Bambonas ou caixas;
- Caderno;
- Lápis.

Atividade – Dividida em 2 etapas

Etapa 1: Entendendo sobre o tema

Nesta primeira etapa, é importante trazer o conteúdo para reflexão.

Para isso, sugere-se o seguinte vídeo:



Objetivo do professor:

- Promover a discussão sobre meio ambiente e a reciclagem;
- Trazer a reflexão de como o resíduo orgânico pode ser transformado em adubo.

Opções de atividade:

Durante toda a atividade, revise os principais conceitos relacionados a resíduos sólidos e a importância da reciclagem.

É importante que ao longo do semestre, o professor leve os alunos ao local para verificar como está. Pode-se ainda escolher 1 aluno responsável por semana para verificar a composteira.

Peça ao aluno que leve essa ideia para casa também.

Ao final, com o composto pronto, pode-se fazer doações para as famílias, ou utilizar no próprio jardim da escola.

Etapa 2: Começando a compostagem

Para dar início, importante que todos os materiais sejam arrecadados e estejam disponíveis para os alunos. A sugestão é que se use restos de alimentos (com exceção de carne) como cascas de frutas (pode-se coletar da cantina) e de resíduos de jardinagem.

Para proceder com a execução das composteiras caseiras, sugere-se proceder conforme orientação do vídeo.

A natureza na fotografia

Séries:

Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Geografia: Natureza e meio ambiente;
- História: Lugar e Tempo;
- Ciências: Vida, Terra e Universo.

Objetivo do professor:

- Aguçar a curiosidade do aluno a respeito de como estará a imagem da próxima foto;
- Trazer a reflexão das ações do homem no meio ambiente.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Curiosidade;
- Trabalho independente;
- Trabalho colaborativo.

Opções de atividade:

O professor pode realizar uma atividade antes da proposta, pedindo que os alunos façam uma lista do que acham que vai mudar para a próxima fotografia.

Ao final do ano letivo, o professor pode pedir que o aluno escreva quais mudanças esperaram, e quais mudanças o surpreenderam.

Também é possível realizar um concurso com as fotografias tiradas pelos alunos.

Materiais necessários:

- Câmera fotográfica

Atividade

Escolha um local ao ar livre em uma área o mais natural possível, para tirar uma fotografia.

Retorne ao local exato todos os meses (ou a cada 2 meses) e tire uma foto do mesmo local.

A cada nova foto, reflita com os alunos sobre como a área mudou, e o que mudou, e o que pode ter causado essas mudanças (uso humano, quantidade de chuva, seca...).

Junto aos alunos, crie uma tela de arte com todas as fotografias ao final do ano letivo.

Geografia do local

Séries:
Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Geografia: Natureza e meio ambiente;
- História: Lugar e Tempo;
- Ciências: Vida, Terra e Universo.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Curiosidade;
- Trabalho independente;
- Trabalho colaborativo.

Materiais necessários:

- Prancheta;
- Papel;
- Lápis.

Objetivo do professor:

- Trazer o conceito do mapa geográfico;
- Fazer o aluno pensar através de uma área.

Opções de atividade:

O professor pode trazer as seguintes reflexões:

- Que habitats/ecossistemas existem nesta área?
- Como esses habitats estão conectados às nossas vidas?
- Quais ações afetam o ecossistema de forma positiva e negativa?
- Quais tópicos ambientais são relevantes para nossa comunidade escolar local?

Atividade

Com pranchetas, caminhe pelo terreno da escola e/ou bairro local. Observe exemplos de habitats e/ou ecossistemas que você reconhece e registre-os em um mapa.

Descreva os seres vivos que encontrou ou que podem encontrar nesses habitats/ecossistemas.

Descreva também o que não é natural e está presente neste ambiente, por exemplo os resíduos encontrados, as lixeiras...

Anote tudo em seu mapa e apresente aos colegas. Compare as impressões entre os colegas e faça uma reflexão.

Criando e Recriando

Séries:
Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Língua portuguesa: Alfabetização e escrita;
- Ciências: Vida, Terra e Universo;
- Geografia: Natureza e meio ambiente.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Curiosidade;
- Trabalho independente;
- Trabalho colaborativo.

Materiais necessários:

- Prancheta;
- Papel;
- Lápis.

Objetivo do professor:

- Avaliar o nível de conhecimento da turma a respeito dos resíduos.
- Propor a interação, cooperação e criatividade.

Opções de atividade:

O professor pode trazer as seguintes reflexões:

- Quais problemas ambientais podemos ter?
- Quais problemas ambientais afetam a nossa saúde e nosso dia a dia de forma positiva e negativa?
- Como podemos melhorar/sanar esses problemas?

Atividade – Dividida em 2 etapas

ETAPA 1

No quadro na sala de aula, o professor deve listar tópicos sobre resíduos sólidos, e pedir para que o aluno sugira palavras. O quadro pode ser da seguinte maneira:

Tópicos (professor escreve no quadro)	Problema ambiental	Lugar	Resíduo	Herói	Vilão
Sugestão de preenchimento (alunos sugerem)	Contaminação	Rio	Orgânico	Meu pai	Capitão Gancho
	Poluição	Ar	Poeira	Gaivota	Urubu
	Poluição visual	Solo	Plástico	Coletor de lixo	Malévola

ETAPA 2

Após preenchido o quadro com a sugestão dos alunos, divida-os em duplas ou trios. Peça que cada equipe elabore uma história utilizando as palavras do quadro. Eles devem fazer uso de todos os tópicos, mas podem misturar as sugestões. Por exemplo, para o proposto no quadro acima, os alunos podem usar: “contaminação”, “ar”, “plástico”, “meu pai”, “malévola”.

Mini horta

Séries:
Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Ciências: Vida, Terra e Universo;
- Geografia: Natureza e meio ambiente.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Curiosidade;
- Trabalho independente;
- Trabalho colaborativo.

Objetivo do professor:

- Propor a interação, cooperação e criatividade.

Opções de atividade:

O professor pode trazer as seguintes reflexões:

- Trazer o conceito de “reutilização” dentro dos 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar);
- Como cuidar de uma horta.

Materiais necessários:

- Garrafas pet;
- Tesoura;
- Terra;
- Mudinhas ou semente;
- Caixas de ovo.

Atividade

1. Corte um dos lados da garrafa pet, sem atingir o fundo e borda da garrafa;
2. Faça pequenos furos no fundo e acrescente a terra;
3. Plante as sementes/mudas e regue a terra;
4. Use a caixa de ovo como um suporte para a garrafa, para que elas não fiquem em contato direto com o solo. Troque essas caixas de tempos em tempos;
5. Cuide com todo o amor e carinho!

Dica: Você pode usar mudas ou sementes de tempero, pois assim as crianças também podem conhecer diferentes aromas e sabores.

Batata-quente

Séries:
Ensino Fundamental 2

Conexão curriculares:

- Ciências: Vida, Terra e Universo;
- Geografia: Natureza e meio ambiente.

Habilidades de aprendizagem e hábitos de trabalho:

- Curiosidade;
- Trabalho independente.

Objetivo do professor:

- Avaliar o nível de conhecimento da turma a respeito dos resíduos;
- Propor a interação, cooperação e criatividade.

Opções de atividade:

O professor pode trazer as seguintes reflexões:

- Relembrar conceitos relacionados a resíduos;
- Propor a colaboração quando o aluno não souber a resposta.

Materiais necessários:

- Papel;
- Caneta.
- Música e Caixa de som.

Atividade

ETAPA 1

Nesta primeira etapa, o professor deve deixar pré-preparado perguntas acerca do tema. Essas perguntas devem ser escritas nas folhas de papel, e amassadas, envolvendo uma a outra, como se fosse um repolho.

Podem ser feitas perguntas como:

- De um exemplo de resíduo reciclável/rejeito/orgânico?
- Qual a cor da lixeira do resíduo reciclável?
- O que podemos fazer com o resíduo orgânico?

ETAPA 2

Para a prática com os alunos, o jogo é batata quente. O professor deve organizar os alunos em círculo. O professor toca a música na caixa de som, e os alunos vão passando a “batata” com as perguntas. Quando a música parar, o aluno que tiver com a “batata”, a descasca, lê a pergunta e tenta responder. Caso o jogador não acerte ou não saiba as respostas, o grupo pode ajudar.

3ª PARTE – INSPIRAÇÕES E MATERIAIS ADICIONAIS

DIAS, Genebaldo Freire. Educação Ambiental: princípios e práticas. 8. ed. São Paulo: Gaia Ltda, 2003.

Esta obra é uma “bíblia” para a educação ambiental.

Educação (geo)ambiental: reflexões, abordagens e práticas / Eloiza Cristiane Torres, Jussara Fraga Portugal, Léia Aparecida Veiga (organizadora) – Curitiba: CRV, 2020. 326 p.

Esta obra apresenta práticas e reflexões no conceito da Educação Geográfica e da Educação Ambiental.

Farmers 2050 and Journey 2050: free educational game apps. Disponível em: <https://www.journey2050.com/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

O Journey 2050 é um programa de educação para a agricultura sustentável gratuito, que desafia o jogador a pensar: “Como alimentaremos, de forma sustentável, quase 10 bilhões de pessoas até o ano de 2050?”. Usando abordagens baseada em perguntas, o jogo incentiva os jogadores a ajustar sua tomada de decisão em prol da sustentabilidade.

Into Nature: a guide to teaching in nearby nature. Ontario, Canada: Royal Botanical Gardens, 2012.

Este Guia contém dicas práticas e teóricas de como aplicar ações de educação ambiental ao ar livre no ensino infantil.

Manual para instalação e manutenção da coleta seletiva solidária: a experiência da UTFPR Câmpus Londrina / Tatiane Cristina Dal Bosco, Kátia Valéria MarquesCardoso Prates, --1. Ed. –Jundiaí, SP: Paco, 2017. 68 p.

Esta obra apresenta práticas sustentáveis na Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Londrina, como forma de atendimento aos requisitos legais e sensibilização dos alunos, funcionários e terceirizados.

Sort it Right: The City of Calgary's waste sorting game and lesson plan. 2022.
Disponível em: <http://calgary.recycle.game/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

Este jogo, para todas as idades, ensina jovens e adultos a segregar os resíduos em suas respectivas lixeiras, além de treinar vocabulário em inglês.

CONCLUSÕES

As propostas apresentadas neste material são recursos para a educação ambiental voltada para os resíduos sólidos. Vale destacar, no entanto, que esse é um recurso que não pode ser incorporado à sala de aula de qualquer maneira. Ao professor, mais uma vez cabe o papel de selecionar atividades didáticas que não limite a utilização desse recurso apenas à leitura. A atividade proposta deve estar relacionada com o conteúdo que o professor está ministrando e com possíveis ligações com o livro didático.

Ainda, o professor poderá propor um debate, elaboração de situações problemas, pesquisar para aprofundar conceitos ou para comparar históricos. Por exemplo, produzir um texto sobre a forma como um histórico está posto nos livros didáticos e como é apresentado no paradidático.

As possibilidades de inserção dos livros paradidáticos são diversificadas. Mas, é você, no papel de professor, quem vai garantir a efetiva aplicação.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição (1999). Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Lex.** Brasília,

BRASIL. Congresso. Senado. Constituição (2010). Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Lex.** Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 04 jul. 2022.

GUIMARÃES, N. **Uma categoria-chave no imaginário juvenil?** In: NOVAES, R. & VANNUCHI, P. Juventude e Sociedade: trabalho, educação, cultura e participação. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2013.

MUNAKATA, K. Produzindo livros didáticos e paradidáticos. Tese de doutorado. São Paulo: PUC, 1997.

UN, 2019. **The SustainableDevelopmentGoalsReport, 2019.** Disponível em: <<https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/>>. Acesso em: 07 jul 2020.

UNEP – United Nations Environment Program. **Global Waste Management Outlook.** 2015. Disponível em: <<http://web.unep.org/ourplanet/september-2015/unep-publications/global-waste-management-outlook>>.

YADAV, Shailesh Kumar; BANERJEE, Arnab; JHARIYA, Manoj Kumar; MEENA, Ram Swaroop; RAJ, Abhishek; KHAN, Nahid; KUMAR, Sandeep; SHEORAN, Seema. Environmental education for sustainable development. **Natural Resources Conservation and Advances for Sustainability**, [S.L.], p. 415-431, 2022. Elsevier.



Caroline Hatada Lima Bomfim - Doutoranda em Geografia na Universidade Estadual de Londrina, com período sanduíche na University of Calgary. Mestre e bacharel em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.



Eloiza Cristiane Torres - Professora associada no departamento de Geografia da Universidade Estadual de Londrina. Licenciada, bacharel, mestre e doutora em Geografia pela Unesp, pós doutora em Geografia pela UEM.

ISBN 978-655606428-4

A standard linear barcode representing the ISBN 978-655606428-4. Below the barcode, the numbers 9 786556 064284 are printed vertically.



EDUCAÇÃO AMBIENTAL E RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA EXPERIÊNCIA POR MEIO DA ELABORAÇÃO DE MATERIAL PARADIDÁTICO

Resumo

A preocupação com a preservação do meio ambiente tem se tornado cada vez mais presente em nossa sociedade. O crescimento populacional, o desenvolvimento industrial e o estilo de vida consumista têm gerado uma quantidade cada vez maior de resíduos sólidos, o que representa um grande desafio para a gestão ambiental. Neste contexto, a educação ambiental (EA) desempenha um papel crucial na sensibilização dos cidadãos e no engajamento das pessoas em práticas mais responsáveis em relação ao meio ambiente. Uma estratégia eficaz para promover a sensibilização e a mudança de comportamento é a utilização de materiais paradidáticos no ensino, que proporcionam uma abordagem complementar ao currículo tradicional, despertando o interesse e estimulando a reflexão sobre questões ambientais. Neste artigo, foi explorado de forma abrangente os principais aspectos envolvidos na elaboração de um material paradidático para uma EA voltada para resíduos sólidos. Também foi discutido a importância desse tipo de recurso educacional, destacando elementos essenciais que devem ser considerados durante o processo de desenvolvimento. Por fim, foi validado algumas práticas propostas no material paradidático para sua implementação efetiva em sala de aula. O material proposto pode estimular o pensamento crítico e incentivar a mudança de comportamento em prol do consumo consciente, descarte de resíduos e a sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Orientação para ação; Meio Ambiente, Guia para professores; Sustentabilidade.

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A SUPPLEMENTARY MATERIAL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION FOCUSED ON SOLID WASTE

Abstract

The preservation of the environment has become an increasingly prominent concern in our society. The combination of population growth, industrial development, and consumerist lifestyles has led to a significant increase in solid waste generation, posing a substantial challenge for environmental management. In this context, environmental education (EE) plays a crucial role in raising awareness and engaging individuals in more responsible practices towards the environment. One effective strategy to promote awareness and behavioral change is the development and utilization of supplementary teaching materials that provide a complementary approach to the traditional curriculum. Such materials aim to spark interest and stimulate critical thinking about environmental issues. This article aims to comprehensively explore the key aspects involved in the development and validation of a supplementary material focused on solid waste for EE. Additionally, the importance of this type of education resource is discussed, highlighting essential elements to be considered during the development process. Lastly, several proposed practices within supplementary material are validated for their effective implementation in the classroom, with the potential to foster critical thinking and encourage behavioral change towards conscious consumption, proper waste disposal, and environmental sustainability.

Key words: Knowledge to action; Environment; Guide for teachers; Sustainability.

ELABORACIÓN Y VALIDACIÓN DE UM MATERIAL PARADIDÁCTICO PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL ENFOCADA EN RESIDUOS SÓLIDOS

Resumen

La preocupación por la preservación del medio ambiente se ha vuelto cada vez más presente en nuestra sociedad. El crecimiento poblacional, el desarrollo industrial y el estilo de vida consumista han generado una cantidad cada vez mayor de residuos sólidos, lo que representa un gran desafío para la gestión ambiental. En este contexto, la educación ambiental (EA) desempeña un papel crucial en la sensibilización de los ciudadanos y en el compromiso de las personas con prácticas más responsables con el medio ambiente. Una estrategia efectiva para promover la conciencia y el cambio de comportamiento es la elaboración y utilización de materiales paradidácticos que proporcionen un enfoque complementario al currículo tradicional. Estos materiales tienen como objetivo despertar el interés y estimular el pensamiento crítico sobre cuestiones ambientales. Este artículo tiene como objetivo explorar de manera exhaustiva los aspectos clave involucrados en la elaboración y validación de un material paradidáctico enfocado en residuos sólidos para la educación ambiental. Además, se discute la importancia de este tipo de recurso educativo, destacando elementos esenciales que deben tenerse en cuenta durante el proceso de elaboración. Por último, se validan algunas prácticas propuestas dentro del material paradidáctico para su implementación efectiva en el aula, con el potencial de fomentar el pensamiento crítico y promover el cambio de comportamiento hacia el consumo consciente, la correcta disposición de residuos y la sostenibilidad ambiental.

Palabras-clave: Material paradidáctico; Educación ambiental; Residuos sólidos; Elaboración; Validación.

Introdução

Nas últimas décadas, o rápido crescimento populacional, o desenvolvimento urbano acelerado e o aumento do consumo têm levado a uma crescente geração de resíduos sólidos nas áreas urbanas. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE, o Brasil alcançou um total de 81,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados em 2022. Com isso, cada brasileiro produziu, em média, 1,043 kg de resíduos por dia, com um total de 76,1 milhões de toneladas de RSU coletadas, levando uma cobertura de 93% na coleta. A maior parte desses RSU coletados foram encaminhados para aterros sanitários (61%), sendo o restante, encaminhado para lixões e aterros controlados. Diante desses números, a gestão adequada RSU é de extrema importância para a preservação do meio ambiente e para a saúde da população.

A problemática ambiental associada à má gestão do RSU é multifacetada. Em primeiro lugar, a gestão inadequada desses resíduos pode resultar em contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas, e até mesmo do ar. Muitos resíduos contêm substâncias tóxicas e poluentes que, se não forem tratados e descartados corretamente, podem causar danos significativos aos ecossistemas e à saúde humana. Além disso, a disposição inadequada dos RSU, como a deposição em lixões a céu aberto, pode atrair vetores de doenças, como insetos e roedores, que apresentam riscos à saúde pública. A poluição visual, o mau cheiro e a degradação estética também são consequências negativas da gestão deficiente dos resíduos sólidos, afetando a qualidade de vida das comunidades locais.

Diante desses desafios, é crucial não somente a implementação de estratégias eficazes de gestão de RSU que priorizem a redução, a reutilização, e a reciclagem, mas também a sensibilização da população quanto a grandeza dessa temática. A Educação Ambiental (EA) desempenha um papel fundamental na sensibilização e engajamento das pessoas em práticas mais responsáveis, através de conhecimento, habilidades e valores necessários para que os indivíduos compreendam a importância da preservação ambiental. Ela pode ser desenvolvida em diversos ambientes, como escolas, universidades, organizações, comunidades locais e até mesmo em espaços virtuais, buscando incentivar a participação ativa dos indivíduos na busca por soluções sustentáveis, tanto em nível individual quanto coletivo. A EA enfatiza a importância da interdisciplinaridade, integrando conhecimentos de diferentes áreas, como ciências naturais, ciências sociais, economia, ética, política, entre outros.

Dessa forma, apresentamos neste artigo um material paradidático com atividades práticas e acessíveis, que funciona como um “guia” para os professores aplicarem ações de EA voltada para resíduos sólidos como conteúdo complementar no ensino formal, destacando elementos essenciais que devem ser considerados durante o processo de desenvolvimento de um livro paradidático. Foi descrito neste artigo como o material foi pensado e os recursos utilizados para a sua elaboração. Por fim, foram validadas algumas práticas propostas no material paradidático para sua implementação efetiva em sala de aula em uma escola na rede estadual de ensino em Londrina-PR.

Compreender a elaboração e a validação desses materiais é fundamental para potencializar os esforços e, através da EA, promover uma mudança de comportamento em relação ao consumo consciente, descarte de resíduos sólidos e a sustentabilidade ambiental. Portanto, este estudo busca contribuir para aprimorar as práticas educativas e fornecer diretrizes que possam ser aplicadas por educadores e profissionais envolvidos na EA.

Desenvolvimento

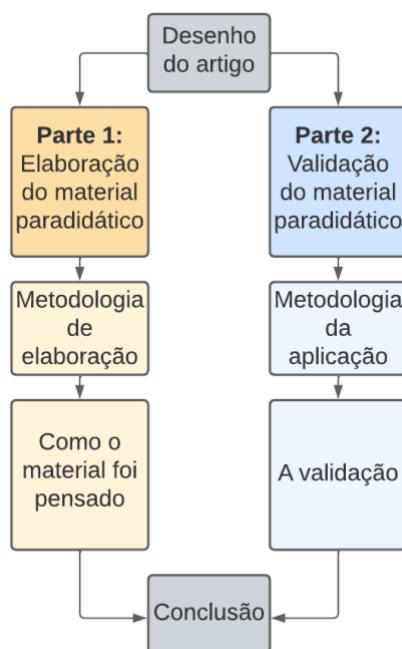
Os livros paradidáticos são recursos educacionais complementares aos livros didáticos, sendo possível adotá-los no processo de ensino aprendizagem na escola, seja como material de consulta do professor, seja como material de pesquisa e apoio às atividades do educando (Munataka, 1997). A grande maioria dos livros paradidáticos abordam temáticas transversais, se tornando um auxílio pelos conteúdos mostrados de forma mais lúdica que os materiais didáticos (Menezes, 2001). Ele não tem o intuito de substituir os didáticos, mas de

abordar temas complementares e interdisciplinares. Na EA, os materiais paradidáticos podem promover a sensibilização dos alunos para a importância da preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, levando-o a entender, por exemplo, como estão relacionados o desmatamento, queimadas e erosão? Qual a correlação entre assoreamento, enchentes, secas e mudanças climáticas (Rossini e Cenci, 2020)? Ao abordar questões ambientais de forma clara e contextualizada, esses materiais auxiliam na formação de uma consciência ambiental, despertando a compreensão dos alunos sobre os desafios ambientais enfrentados atualmente.

Apesar da importância deste tema, a EA não é uma disciplina curricular de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) proposta pelo Ministério da Educação (MEC). Porém, a Lei Federal nº 9.795/1999 dispõe sobre a EA e institui a Política Nacional de Educação ambiental, visando “o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos”. Esta lei reafirma que a EA é componente essencial, e que deve estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades no processo educativo. Porém, o professor deve desenvolver suas próprias metodologias para auxiliar os alunos no processo de aprendizagem. O proposto para esse material paradidático é justamente auxiliar o professor nessa metodologia, dando a ele recursos que podem ser aplicados com alunos para desenvolver uma temática de extrema importância nos dias de hoje: os resíduos sólidos.

Diante disso, este trabalho é apresentado conforme Figura 01. Para um melhor entendimento, este trabalho foi dividido em 2 partes: Parte 1: Elaboração do material paradidático; Parte 2: Validação do material paradidático. Na parte 1, são descritos os passos tomados para a elaboração do material, que contempla pesquisas de opinião e a sua concepção em si. Na parte 2, é descrito como esse material foi aplicado e validado em uma escola estadual em Londrina-PR. Por fim, apresenta-se as conclusões gerais de ambas as etapas.

Figura 01. Desenho do artigo



Fonte: autoria própria.

Parte 1: Elaboração do material paradidático

Com esta pesquisa, queríamos entender: (1) há alguma ação de EA sendo realizada nas escolas municipais ou estaduais brasileiras; (2) se sim, quais iniciativas estão sendo realizadas; (3) quais disciplinas estão abordando temáticas relacionadas à EA; (3) há a utilização de materiais paradidáticos; (4) um material paradidático voltado para a EA seria útil?

Metodologia para o desenvolvimento do material paradidático

Dessa forma, através do Formulários do Google, elaborou-se algumas perguntas para responder a estes questionamentos. As perguntas presentes no formulário e as principais respostas são mostradas na Tabela 01. Esse formulário foi enviado para professores em grupo de aplicativo de mensagens. Este grupo já existia antes da pesquisa, e os participantes eram livres para respondê-lo ou não. Nenhum tipo de informação pessoal ou que identificasse o participante foi solicitado, e nenhum participante foi incluído ao grupo somente para responder à pesquisa. No total, 60 professores participaram respondendo o formulário.

Tabela 01. Perguntas e respostas utilizadas na elaboração do material paradidático

Pergunta	Principais respostas
Em qual cidade você leciona?	Estados: São Paulo (22); Rio Grande do Sul (20); Paraná (7); Roraima (3); Minas Gerais (3); Maranhão (2); Bahia (1); Distrito Federal (1); Goiás (1).
Qual o nome da escola em que trabalha?	Todos (60) exercem suas atividades em escolas municipais ou estaduais.
A sua escola atua de forma integral?	41,7% atuam em regime integral.
Quais disciplinas você leciona?	Geografia (13); Ciências (11); Matemática (9); Língua Portuguesa (9); Pedagogos (7); Histórica (4); Língua inglesa (2); Educação física (2); Física (2); Artes (1).
Existe alguma iniciativa de EA na sua escola?	Sim (33); Não (27).
Se você respondeu “sim” na pergunta anterior, quais iniciativas?	Coleta e separação de resíduos e compostagem (10); Horta (9); Aulas esporádicas sobre a temática (6); Aulas e projetos em espaços externos (4); Disciplinas eletivas (3); Reciclagem e desperdício de produtos (2).
Você tem o costume de usar algum material paradidático em sala de aula?	Sim (43); Não (17).
O que é importante para você ter em um material paradidático?	Envolta tecnologia (5); auxílio da educação especial (4); Linguagem adequada e regional (3); Atividades lúdicas (8).
Se tivesse um material paradidático para apoio à EA, você o usaria? Por quê?	Sim (58); Não (1); Não sei (1).

Fonte: Autoria própria.

Também pode-se concluir através dos resultados obtidos com esta pesquisa que:

- A maioria dos professores que aplicam ações de EA são das chamas Ciências da Terra pela BNCC;
- Nenhum professor de filosofia (2), matemática (2), educação física (1) e artes (1) aplicam ações de EA;
- Somente existe a interdisciplinaridade proposta pela Política Nacional de EA (BRASIL, 1999) nos professores pedagógicos;

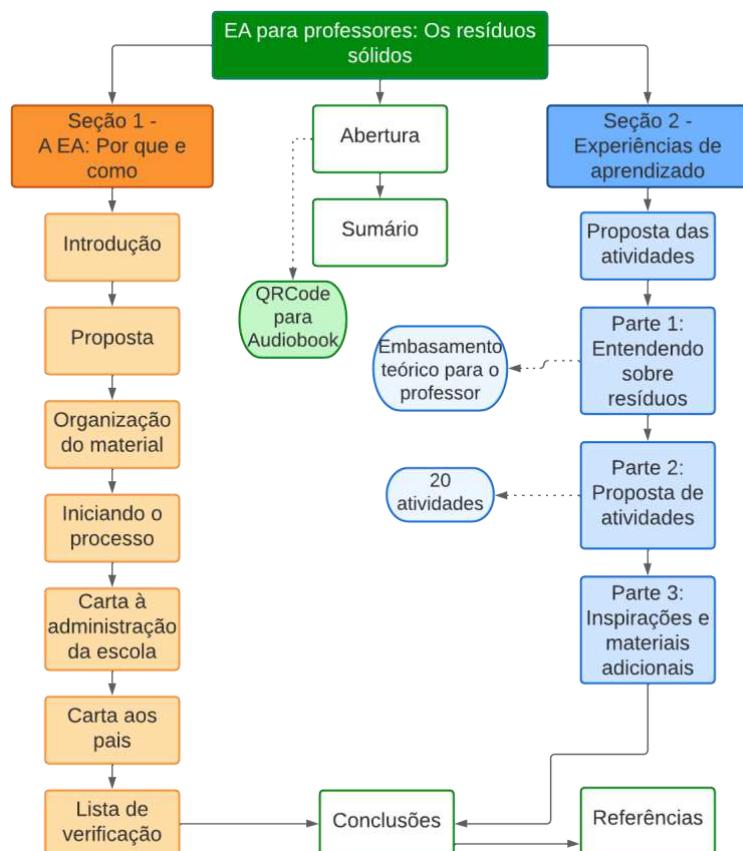
- Os conteúdos abordados para a EA são os excluídos do currículo da BNCC (separação de resíduos, horta, identificação de espécies...), e as disciplinas eletivas e aulas esporádicas enfatizam a não obrigatoriedade de incluir essa temática nos materiais didáticos.

Como o material foi pensado

Levando em consideração as respostas obtidas através desta pesquisa, deu-se início a elaboração do material paradidático. Ele foi pensado para que fosse de fácil entendimento do professor, e com ações práticas que pudessem ser aplicadas com os alunos, porém, que estivessem de acordo com a realidade da escola, sem materiais dispendiosos ou difíceis de se obter.

O desenho do material paradidático está apresentado na Figura 02.

Figura 02. Desenho do material paradidático



Fonte: Autoria própria.

Para que fosse possível o entendimento de forma mais simples para o professor, o material paradidático foi dividido em 2 seções: A Seção 1 – E EA, por que e como; e a Seção 2 – Experiências de aprendizado. Enquanto a Seção 1 diz respeito ao que o professor deve refletir e se preparar antes de realizar as atividades práticas, a Seção 2 se trata das atividades práticas em si e do embasamento teórico necessário para o professor realizá-las.

A Seção 1 apresenta uma introdução do material, seguido da proposta e de como o material foi organizado. Na sequência, é apresentado o item “Iniciando o processo”, que funciona como um diagnóstico para o professor entender mais sobre as ações que são feitas na escola e o que pode ser melhorado em sua prática. São apresentados questionários do tipo anamnese, sobre: Parte 1 – A situação atual da escola; Parte 2 – O início (com informações sobre quem precisa ser informado caso o professor faça atividades na parte externa da escola, a quem pode solicitar ajuda, como estimular a turma...). Na sequência são apresentadas modelos de carta para serem enviadas aos colegas de trabalho e à coordenação para pedir o apoio e a participação conjunta, e um modelo de carta aos pais para solicitar apoio e informar sobre as atividades que serão realizadas. Por fim, é apresentada uma lista de verificação (*check list*) para que o professor, a cada atividade, consiga planejar o que devem ser informados aos alunos com antecedência, os conteúdos que devem ser abordados previamente, se é necessário aprovação da coordenação ou dos pais, e os materiais que devem ser preparados.

A Seção 2 representa a parte prática do material paradidático. Ela está dividida em 3 partes. A Parte 1 – Entendendo sobre resíduos, apresenta uma oportunidade para o professor entender mais sobre a temática, abordando de forma rápida conceitos que devem ser esclarecidos antes de iniciar uma atividade prática, ou seja, apresenta a teoria sobre os resíduos sólidos. A Parte 2 – Proposta de atividades apresenta 20 atividades curtas e possíveis de serem feitas no dia a dia da escola. É correlacionado essa parte com o currículo escolar para promover a integração do paradidático com o livro didático, e são propostas atividades para diversas disciplinas, para que ele seja interdisciplinar. Por fim, a Parte 3 – Inspirações e materiais adicionais apresenta referências que serviram de inspiração para este material, que podem também inspirar o professor. Também é descrito outros livros que podem auxiliar o professor que busca conhecimento especializado.

Para acessar o material paradidático proposto, basta acessar o QRCode abaixo.

Figura 03 – QRCode para acesso ao material paradidático

Fonte: Autoria própria

Parte 2: A validação

A segunda etapa deste artigo, apresenta a validação do material paradidático. Desde a sua concepção percebe-se a necessidade de validar as atividades propostas e o material em si. Buscava-se entender se ele seria, de fato, útil, e se as atividades propostas fariam sentido para o professor, e se eram viáveis de serem realizadas.

Dessa forma, fez-se uma parceria com o Colégio Estadual Polivalente, no município de Londrina-PR.

Londrina é um município brasileiro localizado no norte do estado do Paraná, com aproximadamente 570 mil habitantes. A cidade possui 54 bairros, sendo que 100% da área urbana é atendida pela coleta de recicláveis, orgânicos e rejeitos. Ainda, a cidade possui 2 pontos de entrega voluntária, onde a população pode dispor de até 1m³ de resíduos como entulhos, madeira, poda de arvore, móveis, entre outros, não sendo permitido o descarte de resíduos orgânicos, industriais, de serviço de saúde, gesso, pilhas e pneus.

No perímetro urbano de Londrina está situado o Colégio Estadual Polivalente, que atende alunos dos ensinos Fundamental (6º ao 9º ano), Médio completo e profissionalizante. Conta atualmente com 1500 matrículas nos três turnos, manhã, tarde e noite. Com relação à EA, o Projeto Político Pedagógico (PPP) relata que grande parte dos professores não sabem fazer uso de metodologias e materiais didáticos diferenciados, e pouco ou nada fazem frente ao uso de tecnologias. De forma explícita, o PPP expõe que existem muitos desafios para trabalhar temas contemporâneos como a EA.

A escolha desta escola para validar-testar as ações propostas no material foi devido ao interesse em participar deste trabalho e a parceria já existente entre o Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO) da Universidade Estadual de Londrina (UEL) e o Colégio Estadual Polivalente.

Metodologia para a validação do material paradidático

Para a validação do material paradidático, uma professora que leciona a disciplina de Geografia na Escola Estadual Polivalente demonstrou interesse na participação. A professora leciona para turmas do 6º ao 9º ano. Outros professores também foram convidados a aplicar o material. Todo o paradidático passou pelo Comitê de Ética para identificar possíveis riscos aos participantes, por se tratar de crianças.

É importante ressaltar que esse material paradidático é para guiar as ações do professor em prol da EA, portanto, ele deve ser aplicado pelo professor em sala de aula. Como era necessária uma abordagem direta entre o professor e aluno, e algumas das

atividades envolviam a impressão pessoal do aluno (Desenho Sustentável, Pesando em Férias...) era importante a conexão entre ambas as partes. Para não interferir na aplicação, decidiu-se que o professor aplicaria todas as atividades sem a presença dos autores do material paradidático. Essa decisão também foi importante para verificar o entendimento do professor diante das atividades propostas, se a escrita do paradidático era acessível.

Em reunião inicial com a professora, explicou-se todo o material paradidático, como ele estava concebido e dividido e também seu papel enquanto uma avaliadora do mesmo. Também foi relatado os objetivos do material, qual a forma e como ele deveria ser utilizado para sucesso nas aplicações. Pediu-se que a professora fizesse a leitura do material e, na sequência, escolhesse as atividades que poderiam estar de acordo com o currículo lecionado por ela e realizasse a testagem. Por fim, solicitou que a professora apresentasse suas impressões sobre o material, os pontos fracos e fortes, e o envolvimento dos alunos com as atividades propostas, para que o material fosse remodelado- ajustado levando em conta a sua aplicabilidade.

A validação

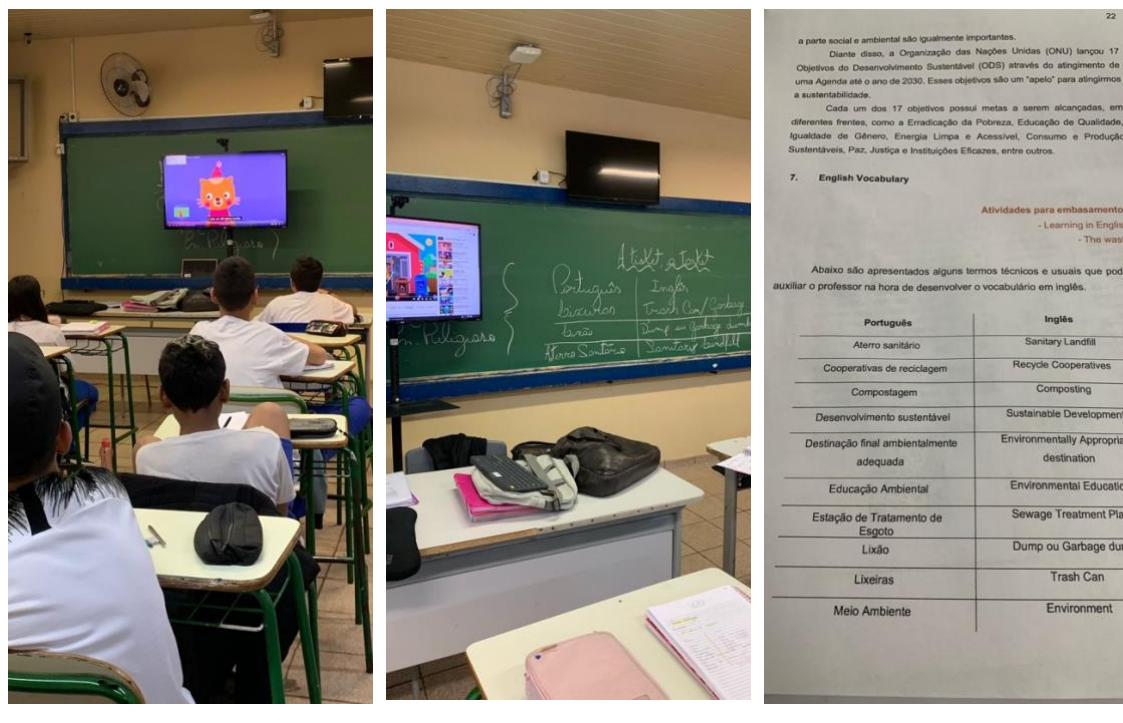
A professora aplicou as atividades entre os meses de maio e junho de 2023. Ao total, das 20 atividades propostas, a professora selecionou 7. A escolha dessas atividades foi de acordo com o entendimento da professora e da conexão curricular com o que ensina a seus alunos no dia a dia escolar.

A primeira atividade validada pela professora foi *Learning in English* (aprendendo em inglês). Essa atividade continha conexão curricular com a língua inglesa, podendo desenvolver habilidades como o olhar crítico e o trabalho independente. Os materiais necessários para sua aplicação era: caderno, lápis, caixa de som. Para esta atividade, o objetivo era avaliar o nível de conhecimento da turma, tanto sobre os resíduos sólidos, quanto para ensinar novas palavras em língua estrangeira. Para alcançar esses objetivos, foi proposta uma música presente no YouTube, possível de ser acessada via um QRCode presente no material paradidático. Na música, a personagem Lisa limpava a rua e promovia a destinação final dos resíduos nas respectivas lixeiras coloridas. No material continha a letra da música e sua respectiva tradução para o português.

Esta atividade foi aplicada com os alunos do 6º ano. A professora imprimiu a atividade para todos os seus alunos, e disponibilizou televisão para que os alunos pudessem assistir ao vídeo (Figura 03a). A professora também colocou no quadro algumas traduções

(Figura 03b) após estudar o conteúdo teórico de apoio ao professor, presente na Seção 02, Parte 1 – Entendo sobre resíduos (Figura 03c).

Figura 03. Aplicação da atividade “*Learning in English*”



Fonte: acervo próprio

Com os alunos do 7º ano, a professora trabalhou um conteúdo integrado com a atividade anterior, a atividade Caça ao Tesouro. Essa atividade fazia conexão curricular com a educação física, com o incentivo à prática de exercício físico, e a Geografia, com a natureza e o meio ambiente. Os alunos poderiam desenvolver habilidades de trabalho colaborativo. Necessitando apenas de papel e caneta para a sua realização, a turma foi dividida em grupos de 4 alunos. Na sequência, a professora chamou um item (por exemplo, “encontre um resíduo orgânico”), e todas as equipes deveriam procurar pelo item. A primeira equipe que retornava, recebia o próximo item, e ia ganhando pontos.

Essa atividade promovia a colaboração entre os alunos das equipes, além de reflexões sobre objetos encontrados onde não deveria. A professora relatou: “os alunos amaram a atividade e já ajudou na limpeza da escola. Voltaram muito animados para a sala de aula”. As fotos dessa atividade são apresentadas na Figura 04.

Figura 04. Aplicação da atividade “Caça ao tesouro”



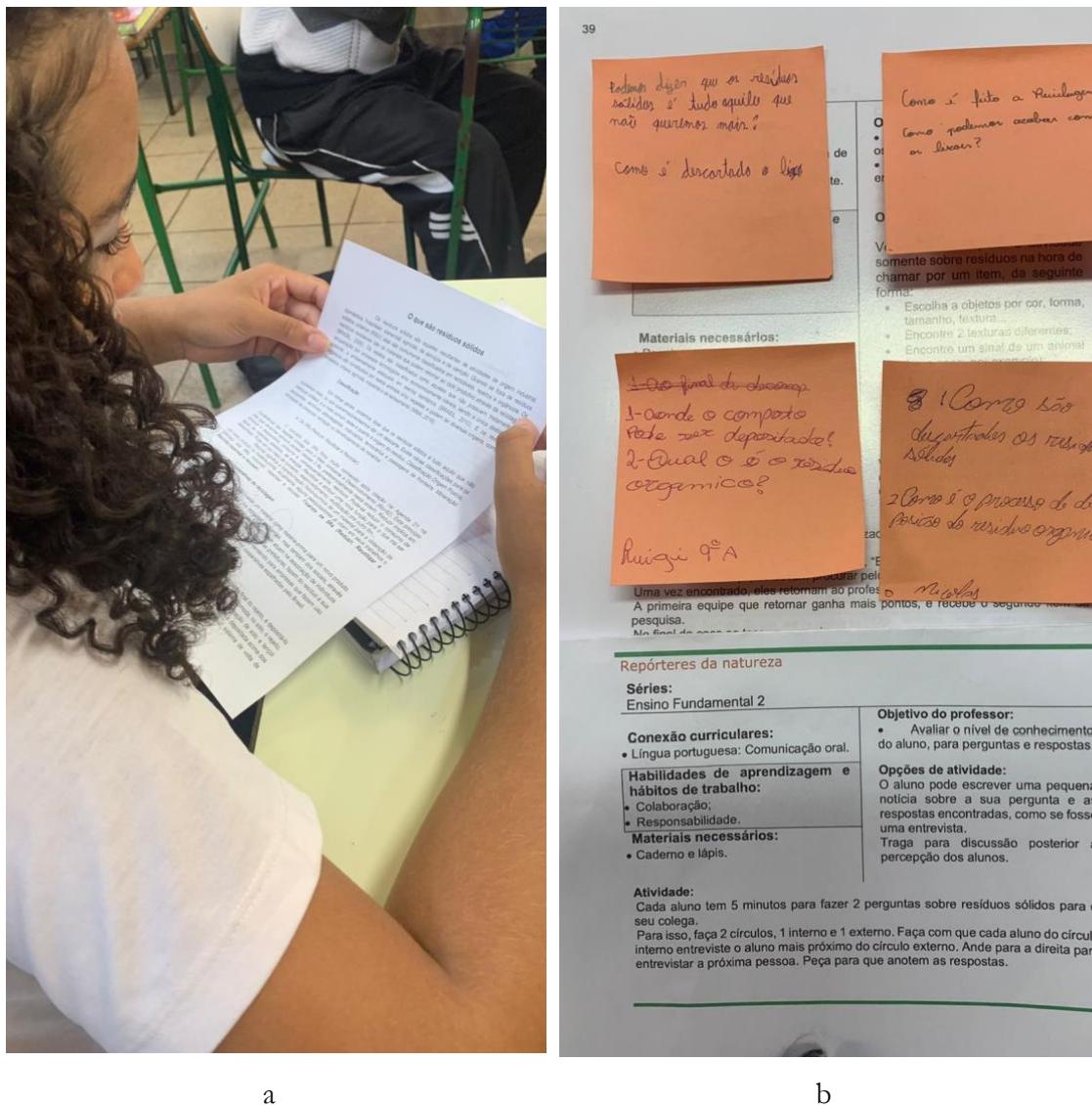
Fonte: acervo próprio

Num outro momento, com a turma do 9º ano, a professora abordou a problemática dos resíduos sólidos fazendo um link com um conteúdo curricular trabalhado em sala de aula: Globalização e Meio Ambiente. A professora imprimiu o conteúdo teórico de apoio ao professor, presente na Seção 02, Parte 1 – Entendo sobre resíduos, pois achou que o conteúdo estava numa linguagem acessível para a turma. Eles fizeram a leitura do texto juntos (Figura 05a) e, na sequência, propôs a atividade “Repórteres da Natureza”.

Essa atividade faz conexão com a língua portuguesa, e pode desenvolver habilidades de aprendizagem colaborativa, e responsabilidade. Ela também pode avaliar o nível de conhecimento do aluno, o que fez sentido pois validou o texto que leram previamente em sala de aula.

A professora distribuiu 1 folha de papel para cada aluno (Figura 05b), e pediu para que fizessem 2 perguntas sobre resíduos sólidos para seu colega. Na sequência, os alunos trocaram as folhas, tendo que responder à pergunta que foi entregue a ele.

Figura 05. Aplicação da atividade “Repórteres da Natureza”



Fonte: acervo próprio

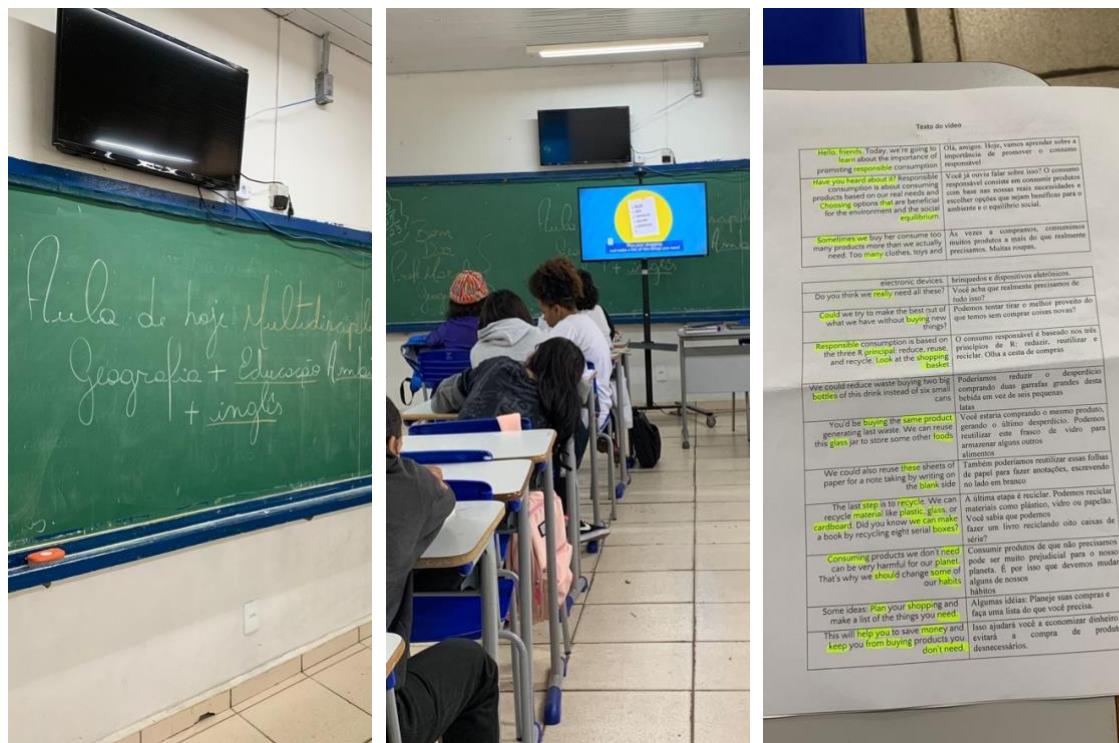
Em outro momento, a professora aplicou a atividade “*The Waste*” com o 9º ano. Essa atividade também apresentava conexão com a língua inglesa, podendo desenvolver habilidades como o olhar crítico e o trabalho independente. Através dela é possível avaliar o nível de conhecimento da turma e ensinar vocabulário estrangeiro.

Através de um QRCode disposto no material paradidático, o professor poderia acessar um vídeo no YouTube que discorre sobre a problemática dos resíduos sólidos, o consumo sustentável e a importância da reciclagem. A professora iniciou dizendo que aquela aula tinha conteúdo interdisciplinar (Figura 06a) e colocou o vídeo proposto (Figura 06b).

Depois de assistido, a professora perguntou aos alunos quais eram as palavras que eles acharam familiar na língua estrangeira (Figura 06c), e quais foram as palavras que eles poderiam relacionar com a temática do meio ambiente ou da geografia. Na sequência foi feita a leitura do texto em português, entrando na discussão sobre os hábitos importantes para reutilizar, reduzir e reciclar. A professora, então, discorreu sobre experiências pessoais dela, relatando quais os hábitos que ela tem para contribuir para o meio ambiente, e pediu para que os alunos contassem o que fazem em prol dessa temática. A grande maioria dos alunos relataram que reutilizam sacolas plásticas de mercado como sacolas de lixo, reutilizam garrafas PET de refrigerante para colocar água ou suco, ou para fazer vaso de plantas. Alguns alunos também relataram que a família usa a água da máquina de lavar para lavar o quintal.

A professora relatou que “a atividade está aprovada, que trouxe muitas discussões importantes, e que esta atividade também poderia ser aplicada para o 8º ano.

Figura 06. Aplicação da atividade “*The Waste*”



a

b

c

Fonte: acervo próprio

Com os alunos do 6º e 7º ano, a professora também aplicou a atividade “Desenho Sustentável”. Esta prática traz a conexão entre as disciplinas de Artes, através de diferentes formas artísticas, e a Geografia, através da natureza e meio ambiente. Esta atividade pode incentivar a criatividade e o trabalho independente, bem como promover discussões sobre sustentabilidade e o consumo desenfreado.

Para esta atividade, foi proposto que fosse assistido a um vídeo no YouTube. acessado via QRCode presente no material paradidático. Na sequência, a professora pediu que o aluno fizesse um desenho sobre o que ele entendeu do vídeo, e o que representava o meio ambiente para ele. Alguns desenhos estão dispostos na Figura 07.

Figura 07. Aplicação da atividade “Desenho sustentável”



Fonte: acervo próprio

Em outro momento a professora aplicou a atividade “Pensando em Férias”. Esta atividade estimula a criatividade e o trabalho independente, com o objetivo de incentivar a

imaginação e trazer um momento de paz ou como uma alternativa em dias de estresse. A atividade é proposta para ser realizada em área externa, de preferência em local silencioso e com gramado. Porém, a professora não teve a oportunidade de levá-los para o exterior, tendo que ser realizado dentro de sala de aula. Porém, ela relatou que teve sucesso nessa realização, e aprovação dos alunos.

Os alunos ficaram em silêncio, e pensaram em seu lugar favorito ao ar livre, algum lugar que queriam conhecer ou visitar. Eles deveriam se imaginar lá, sendo a paisagem, sentindo o ar, os cheiros, sons, texturas. Os alunos se imaginaram na pescaria, na praia, em Paris, no Lago Igapó (lago na cidade de Londrina, usado para lazer e prática de exercícios físicos), no Estádio do Corinthians, e na Gleba Palhano (bairro de alto padrão na cidade de Londrina).

Por fim, a professora aplicou a atividade “A natureza na fotografia”, que possui conexões curriculares entre a Geografia (Natureza e Meio Ambiente), Histórica (Lugar e Tempo), e Ciências (Vida, Terra e Universo). Essa atividade pode desenvolver a curiosidade e o trabalho independente e colaborativo, com objetivos de aguçar a curiosidade do aluno a respeito de como estará a imagem na próxima foto, e trazer a reflexão das ações do homem e do meio ambiente. Para esta atividade é necessário câmera fotográfica.

Junto com os alunos, a professora escolheu um local ao ar livre na escola para tirar uma fotografia (Figura 08). Os alunos deveriam retornar ao exato local todos os meses para tirar uma foto do mesmo local. A cada nova foto pode-se avaliar o que mudou e as causas (uso humano, quantidade de chuva, seca...).

Figura 08. Aplicação da atividade “A natureza na fotografia”



Fonte: acervo próprio

Apesar da professora ter aplicado com seus alunos 7 das 20 atividades, a leitura e verificação de todas as atividades foram realizadas, além da leitura de todo o material paradidático. A professora relatou que as atividades aplicadas foram validadas e aprovadas, somente sendo necessário fazer pequenas modificações, como adaptar as atividades propostas para serem realizadas no bairro todo, adaptada para serem realizadas dentro da escola.

A professora relatou também que não foi necessário a Carta à administração da escola e aos pais para aplicar as ações na Escola Polivalente de Londrina, pois toda a equipe estava ciente e de acordo com as atividades, mesmo aquelas realizadas no pátio da escola. Porém, percebe que é item de grande importância e um diferencial do material paradidático, sendo útil principalmente quando a direção não apoia atividades deste tipo, ou para escolas onde o professor tem menos autonomia, sendo necessário informar a direção e aos pais das atividades.

Por fim, a professora validou todo o material e as atividades propostas, relatando que é de suma importância um material auxiliar que traga conteúdos interdisciplinares, que fazem a correlação com a disciplina curricular. A professora percebe que há falta desse tipo

de material disponível e acessível para o professor, e que as atividades propostas são de fácil entendimento e aplicação, facilitando o uso do material em sala de aula.

Conclusões

Concluiu-se que os materiais paradidáticos devem ser, de fato, encarados como complementares aos materiais didáticos, e que podem servir de auxílio para uma abordagem diferenciada do que acontece normalmente em sala de aula. Com o auxílio do material paradidático é possível obter a interdisciplinaridade nas disciplinas, mas com foco único como resultado: a educação ambiental. O paradidático para professores resultante desta pesquisa objetiva auxiliar o professor nesta busca, tanto sugerindo práticas de como aplicar ações de EA voltada para resíduos sólidos com os alunos, para auxiliar no embasamento teórico do professor, quanto para sugerir conteúdos adicionais

O material paradidático proposto teve por objetivo ser um “guia” para professores aplicarem ações de EA voltada para resíduos sólidos. Ele atingiu seu objetivo, comprovado na etapa da validação. O material apresenta atividades simples e interdisciplinares para serem aplicados com os alunos, e sua implementação foi efetiva em sala de aula.

Por fim, espera-se que o material paradidático possa servir de inspiração para que outros surjam e se tornem relevantes em sala de aula para o ensino-aprendizagem, e para a sensibilização/conscientização ambiental.

Referências

Livro:

MENEZES, E.T. **Verbete paradidáticos**: dicionário interativo da Educação Brasileira. São Paulo: editora MidiaMix, 2001.

Artigos de periódicos/revistas:

ROSSINI, C.M; CENCI, D.R. Interdisciplinaridade e Educação Ambiental: um diálogo sustentável. **Revista Prática Docente**, v.5, n.3, p.1733-1746, 2020.

Trabalhos acadêmicos:

MUNATAKA, K. **Produzindo livros paradidáticos**. 1997. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: História e Filosofia da Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

Sites e Páginas da Web

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.** 2023. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em 13 de junho de 2023.

BRASIL. Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em 13 de junho de 2023.

Agradecimentos

À CAPES, pelo Programa de Demanda Social, processo número 8887.674330/2022-00.

À Escola Estadual Polivalente de Londrina.

Bringing Environmental Education Indoors: CO2 Monitoring in the Classroom – A Rapid Review

Journal:	<i>The Journal of Environmental Education</i>
Manuscript ID	Draft
Manuscript Type:	Original Research
Theoretical Perspective:	Critical
Methodology:	Case Study, Mixed Methods Research
Discipline:	Education, Professions and Applied Sciences
Education Areas of Expertise:	Secondary / High School
Data Collection & Analysis Methods:	Literature Review

SCHOLARONE™
Manuscripts

Bringing Environmental Education Indoors: CO₂ Monitoring in the Classroom – A Rapid Review

Caroline Hatada Lima Bomfim^a, Gwendolyn Blue^b, Eloiza Cristiane Torres^a

^a*Graduate Department in Geography, State University of Londrina, Londrina, Brazil*

^b*Graduate Department in Geography, University of Calgary, Calgary, Canada*

Submit to **The Journal of Environmental Education.**

Corresponding author:

Caroline Hatada Lima Bomfim

Telephone: +55 (43) 98854-1414

E-mail address: caroline.h.lima@uel.br

Postal address: 61B 33, Abilio Peixoto St. Londrina, PR, Brazil

Bringing Environmental Education Indoors: CO₂ Monitoring in the Classroom – A Rapid Review

The COVID-19 pandemic highlighted the importance of evidence-based action to prevent the spread of airborne diseases, including indoor ventilation as a safety measure. This study explores the educational use CO₂ sensors to monitor indoor air quality (IAQ) and their potential in promoting safe indoor environments. A Rapid Review of 16 relevant studies demonstrated that CO₂ sensing devices provide a practical and accessible means to raise awareness and increase literacy about IAQ and ventilation. However, none of the articles address the promotion of EE or provide information on problem mitigation, highlighting an opportunity for future studies. Environmental education can assist in bridging the knowledge to action gap, and CO₂ monitoring indoors can improve understanding of the relationship between air quality and health, and support evidence-based strategies. While most people associate environmental education with outdoor activities, we argue that it can be brought “indoors” through CO₂ monitoring.

Keywords: Knowledge-to-action; Indoor Air Quality; Environmental awareness.

Introduction

The COVID-19 pandemic has caused widespread illness and death globally, leading to significant disruption of healthcare and education systems (Li et al., 2022; Plumber & Neumayer, 2022; Smith et al., 2022, WHO, 2022). Outbreaks of COVID-19 and other airborne diseases have been linked to poorly ventilated indoor spaces, posing significant challenges for classrooms, shared offices, and meeting rooms where people share the same space for prolonged periods (Li et al., 2007; Corsi et al., 2021; Di Gilio et al., 2021; McNeill et al., 2022). As pandemic restrictions ease and schools adopted back-to-school policies (Di Gilio et al., 2021, COVIDSafe Campus, 2022), it is essential to ensure that classroom environments are safe. One response is to ensure proper air ventilation. To evaluate the efficiency of ventilation systems, a method that has gained traction, particularly in the context of the COVID-19 pandemic, involves the deployment of handheld and fixed carbon dioxide (CO_2) sensors to monitor indoor air quality (IAQ) (Peng & Jimenez, 2021, McNeill et al., 2022).

This rapid review of the peer-reviewed academic literature asks the following questions: (1) What themes and initiatives are discussed in the peer-reviewed academic literature in which indoor CO_2 monitoring is used for educational purposes; (2) What recommendations can be drawn from this literature to inform the use of indoor CO_2 monitoring as teaching devices to enhance awareness and mobilize action? We identified 16 studies that use CO_2 monitoring to promote education about IAQ, and discuss the pedagogical strategies used to deploy these devices in classroom settings. Findings show that CO_2 sensing devices provide an accessible, low-hanging fruit for educators across all stages of the learning journey to raise awareness and increase literacy about the importance of IAQ and proper ventilation. Findings also highlight the need to educate students about how to effectively use monitoring technologies, and how to interpret the

data that these devices provide. Findings from this rapid evidence synthesis will be of interest to educators, and particularly environmental educators, who seek to better understand how to use CO₂ monitors in the classroom (and beyond). In addition to raising awareness of the importance of, education about CO₂ monitors can enhance the research and advocacy skills necessary to confront airborne pandemics, now and in the future. Further, CO₂ monitors can help raise awareness of the importance of ensuring safe operative levels of trace atmospheric greenhouse gases more generally in ways that connect personal health and well-being with planetary ecological conditions.

Our interest in this topic came from our collective experiences attempting to make sense of how to reduce our personal risk of contracting COVID-19 in classroom settings. The University of Calgary (UofC), like many others, has eased pandemic restrictions and removed guidelines (such as face masks), with a return to ‘business as usual’ practices. One of the authors purchased a handheld Aranet4 (aranet.org) CO₂ sensor to assess the risk of disease transmission in university classrooms and other public spaces. We observed that most of the classrooms and offices at the UofC have fixed CO₂ monitoring devices, yet no information was publicly provided about how to interpret the data. Conversations with students and colleagues revealed that many people were unaware of the existence of these fixed monitoring devices. Our inspiration for conducting this research was initially practical: we wanted to learn more, and learn quickly, about how CO₂ sensing and monitoring devices could be used as tools to promote learning and raise awareness about IAQ and ventilation as a disease mitigation strategy.

Coincidentally, at the time of writing, a small group of parents in Calgary encouraged their children to clandestinely monitor CO₂ in secondary classrooms using handheld sensing devices (Fletcher, 2023). Worried about the continued risk of COVID-19, the parents were concerned that school administrators had failed to take proper

measures to reduce infection risk. According to news reports, children hid CO₂ monitors in their backpacks at school, and parents analysed the data when the children came home. In response, school board officials claimed that evidence from handheld devices was not sufficient to inform decision-making, and that only properly calibrated devices used by professions would be appropriate. As this brief vignette illustrates, CO₂ monitoring has not only practical and pedagogical importance, but is also politically salient, signalling the need for more sustained research and analysis.

Based on findings from this rapid literature review, we argue that CO₂ sensing devices have the potential, not only raise awareness, and mobilize action in the face of a pandemic, but also to reconfigure the boundaries and definition of environmental education (the research area of the lead author). Environmental education (EE) is an umbrella term that refers to processes that foster social learning (encompassing individual, community, organizational levels), promote the development of assessment and research skills, and enhance informed decision-making and advocacy to improve social and ecological well-being (NAAEE, no date, Hunter & Richmond, 2022). Built on principles of sustainability outlined in the influential Brundtland Report (1987), EE seeks to enhance environmental health and create a fair and just society, now and into the future (UN, 1987). With a focus on life-long learning, EE encompasses learners of all ages, emphasizing the importance of experiential, interdisciplinary education to enhance problem-solving and decision-making skills. The aim of EE is to create civically engaged citizens using experiential, participatory approaches such as Project-Based Learning (PBL), Citizen Science, and Do-it-yourself (DIY) projects (Owojori et al., 2022).

An implicit bias within EE literature is that ‘the environment’ refers to outdoor spaces and that EE focuses on nature ‘out there’. As geographers, we are keenly aware of the problems with such boundary assumptions and argue that EE can (and indeed should)

be brought to bear on indoor environments, places where people spend much of their working days. CO₂ sensing devices provide practical ways to realize the aims of EE – to enhance skills, improve awareness, and foster advocacy – to promote safe indoor environments. Furthermore, as many commentators have emphatically argued, EE needs to address pressing global crises such as climate change, biodiversity loss, and pandemics, by fostering critical thinking and engaging with a range of actors and approached within and beyond educational communities (Backer & Gehlback, 2022, Suárez-Perales et al., 2021; Casas et al., 2021; Dunlop, 2022, Johnston, 2009). As Canadian educator Julie Johnston described over a decade ago, “it is obvious that time is of the essence, that education must revisit its goals, and that the future of humanity is, to a large part, in the hands of educators” (Johnston, 2009, p. 150).

In what follows, the first section provides an overview of developments in assessing and evaluating IAQ through CO₂ sensing devices and monitoring. Next, we describe our research methods and outline key findings. The subsequent discussion and conclusion highlights recommendations to move EE indoors with the assistance of CO₂ sensing and monitoring devices.

Background: Monitoring indoor CO₂ concentrations

Indoor carbon dioxide concentrations have long been central to discussions of ventilation and IAQ, dating back as far as the 17th century when physiological effects of bad air were attributed to CO₂ (ASHRAE, 2022). By the mid twentieth century, CO₂ was used as an indicator to assess IAQ and provide threshold standards for public facilities. Much of the initial focus for CO₂ monitoring was to improve air quality in hospital settings (Hazerian et al., 1985). For non-medical facilities, body odor intensity and human bioeffluents were central criterion to assess air quality, that subsequently informed ventilation guidelines, standards, and regulations in the United States and Europe (Hung

& Desossis 1989, Nardell et al., 1991). Based on assumptions about body odor intensity, indoor CO₂ concentrations of 1000 ppm were threshold indicators of acceptable IAQ prescribed by stand organizations such the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) in the United States (ASHRAE, 1989).

In the 1990s, concerns about IAQ increasingly focused on a condition known as sick building syndrome (SBS) (Redlich et al, 1997, Fisk & Rosenfeld, 1997, Murphy, 2006). During this time, the ASHRAE published the first guidelines for minimum ventilation rates to prove acceptable IAQ to human occupants (ASHRAE, 1999). As Michelle Murphy (2006) argued, SBS was a defining moment in the United States in which environmental politics moved indoors in ways that accentuated and embodied a broader politics of uncertainty. Although the causes of SBS were not clear, symptoms were uncomfortable, and in some cases, disabling. Since the 1970s, symptoms associated with SBS have been reported with increased frequency, due in part to the replacement of naturally ventilated buildings with more energy-efficient ‘airtight’ spaces. Treatment for SBS involved both the patient and the building. For the latter, key mitigation measures include reduction of possible contamination sources and improvements to ventilation systems. Building ventilations systems work to draw in fresh air from the outside, condition inside air (e.g., through heating, cooling or humidification), and circulate conditioned air throughout the building. In addition to physical visual assessments for contaminants, CO₂ concentrations are also measured as an overall indicator of the efficacy of the ventilation system. High concentrations (typically above 1000 ppm) indicate inadequate fresh air exchange. However, low concentrations do not necessarily rule out problems, since CO₂ is not a good indicator in areas of low occupant density. It is unclear whether CO₂ is itself the cause of SBS, although some studies suggest that short-term exposure (2 to 8 hours) to CO₂ concentrations between 600 and 5000 ppm can

lead to health problems, including cognitive decline (e.g., Fisk et al., 2019; Lowther et al., 2021).

The pandemic has focused the spotlight on IAQ as a disease control measure. As discussed, prior to 2019, building engineers and architects for public buildings focused attention on dimensions of IAQ such as body odor, thermal comfort, SBS, and energy use (e.g., Nduka et al., 2018), with scant attention paid to infection control (Morawska et al., 2021). Except for medical facilities, most public buildings were not designed to optimize ventilation to limit respiratory and airborne infections, and building operators and owners often lack training in proper ventilation procedures. At onset of the pandemic, research became particularly focused on the importance of ventilation as a means of preventing airborne diseases and to warn about occupant's health (e.g., Kapoor et al., 2022). Researchers reported that indoor air pollution could increase due to longer time spent indoors because of pandemic-related restrictions, in addition increased use of fuels for cooking and chlorine-based disinfectants (Hosseini et al., 2020). As a result of the pandemic, public awareness has grown about the importance of IAQ and proper ventilation as a disease control measure. (PHAC, 2022).

Over the past few years, several national and international level policy briefs, recommendations, and guidelines advocate for need to improve building ventilation to improve IAQ (ECDC, 2020; SAGE UK, 2020; Swiss National COVID-19 task force, 2021; CDC, 2021; WHO, 2021). For non-residential buildings that lack cross ventilation (e.g., open windows) and where ventilation rates do not meet minimum requirements, the WHO recommends installing stand-alone air cleaners with appropriate filters, although does not reference ways to assess or monitor ventilation.

At the same time, public interest in monitoring air quality using CO₂ monitors has increased, with market demand for monitoring devices expected to reach 4.6 billion (US)

by 2027 (BusinessWire, 2020). CO₂ monitors have become smaller, less expensive, and more user-friendly, broadening accessibility beyond expert technical communities. Most monitors are easy to interpret, with threshold levels that indicate good, fair, and poor air quality (e.g., aranet.com). Some use a traffic light system, where green indicates acceptable concentrations, yellow means intermediate risk, and red means higher risk. High-profile and timely research from Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences (CIRES) provided evidence to support CO₂ monitoring to monitor the risk of airborne disease transmission. Using commercially available CO₂ monitors, the research team confirmed the accuracy of the detectors, and created mathematical models to assist with the interpretation of monitoring data (Peng & Jimenez, 2021).

CO₂ is not a perfect proxy to ensure IAQ, however. In 2022, ASHRAE released a position statement expressing concerns about possible misunderstandings and misinterpretations of CO₂ monitoring data (ASHRAE, 2022). While monitoring indoor CO₂ concentrations can be a useful tool in IAQ assessments, the organization advises caution in interpreting the results. Existing evidence linking CO₂ with health, well-being, learning outcomes and work performance is inconsistent and more research is required to better understand the connections. Furthermore, CO₂ concentrations can vary significantly across spaces and within buildings. Indoor CO₂ concentrations also need to be considered in the context of outdoor CO₂ concentrations. Over the past century, outdoor CO₂ levels have risen from below 300 ppm to over 420 in 2022 (NOAA, 2022).

In 2023, ASHRAE issued an Advisory Public Review Draft to establish minimum requirements for addressing the control of infectious aerosols to mitigate the risk of disease transmission through inhalation. This public review draft is currently undergoing consultation and proposes Demand-Controlled Ventilation Strategies as a part of the

Ventilation Control Systems, which can be based on temperature, CO₂ levels, timing, or occupancy detection. operation, and maintenance, with the goal of reducing exposure to infectious aerosols. ASHRAE's intention is to approve this document by the end of June 2023 (ASHRAE, 2023), highlighting the significance and urgency of developing and deliberating on this subject matter. Notably, ASHRAE recommends the development of educational programs to help researchers, educators, and students understand the application of CO₂ concentrations as an indicator of ventilation and IAQ (ASHRAE, 2022). Findings from this study contribute to enhancing education about CO₂ monitors and IAQ.

Methods

Qualitative literature reviews combine and analyse evidence from individual studies that address similar concepts in a variety of contexts (Evans & Benefield, 2001). Of the family of qualitative reviews, rapid reviews are desirable in situations where time is limited, and quick decisions need to be made (Schünemann & Moja, 2015). A rapid review is a well-defined, transparent, and replicable method to assess existing published literature that seeks to identify, select, and extract data (Schünemann & Moja, 2015). Rapid reviews answer a specific question by combining data from multiple studies but differ from other reviews due to limited scope and time for analysis (Khangura et al., 2012).

The literature search was conducted in December 2022 using two databases (Scopus and ERIC). Search terms and databases were selected in consultation with a library scientist at the University of Calgary. Abstracts were entered into the software Covidence (covidence.org) for initial screening based on inclusion and exclusion criteria, followed by a full text review of relevant articles (see Figure 1 for selection process).

In total, 16 papers met our inclusion criteria. were analysed within the pre-established context and are contained in the result of this work. Following this, information was coded into an excel spreadsheet accounting for year of publication, study methods, target population, technique used, conclusion, and recommendations.

Findings

Prior to applying inclusion and exclusion criterion, our initial search resulted in 676 articles which provided a snapshot overview of the range of articles published on CO₂ monitoring. We used this information to inform the background discussion. Plotted on a graph, these articles show a dramatic increase in published literature at the intersection of IAQ and CO₂ monitoring. Between 2010 and 2019, the number of papers published on CO₂ monitoring almost doubled compared to the previous decades. Moreover, what was previously a predominantly related contribution published in health journals, became predominant in the environmental area, with 100 articles in energy and fuel journals (focus on ventilation and energy saving), 61 in environmental engineering, 59 in environmental sciences, 53 in green sustainability, and only in 5th place, with 51 publications appears the first health journal, on respiratory health. This was an important step, because it is noticeable this change of direction for research about the monitoring of CO₂ related to environmental problems.

In the years 2020 to 2022, the focus continues to be greatest on publications in journals related to environmental sciences and electronic engineering (22 articles each), followed by meteorology and atmospheric sciences (18), environmental engineering (17) applied physics (16), and respiratory systems (16). For the time frame, there are 195 records. With the advent of the COVID-19 pandemic, many articles linked CO₂ with contamination by the new coronavirus and the need for improvement and monitoring of

ventilation systems, especially in schools and universities (e.g., Zivelonghi; Lai, 2021; Fayos-Jordan et al., 2021; Trilles et al., 2021).

The 16 papers that met inclusion criteria were published between 1993 and 2022, with a geographical locations from Europe (3 in Norway; 1 in Finland; 1 in Germany; 1 in Greece; 1 in Italy; 1 in the United Kingdom, and 1 that crossed multiple jurisdictions including France, Spain, Portugal, and Gibraltar), North America (5 in the United States; 1 in Canada), Asia (Malaysia), and South America (Ecuador). The most reported initiatives used CO₂ monitors to raise awareness about the importance of ventilation, thermal comfort, and health. These studies focused mainly on the use of CO₂ monitors in indoor educational environments as teaching devices; teaching project based on “citizen-scientist”; and the shift in the focus of research after the COVID-19 pandemic, with the link between health and indoor environments.

CO₂ monitors as technical aides for teaching engineering and science.

The earliest papers we found that used CO₂ monitoring to teach students about air quality and ventilation were from engineering courses. Larson & Rood (1993) highlighted the importance of rigorous technical education in engineering for the development of professional skills such as “laboratory techniques, computer skills, communication, teamwork, independence, and creativity” (Larson & Rood, 1993, p.101). The program focused on two main objectives: to provide students with a better understanding of air quality principles using state-of-art techniques and simulations, and to equip students with practical skills that they can use in their future careers or graduate studies. The project utilized some specific approaches: classroom demonstrations included measuring airborne particles concentrations and operating IAQ devices, while field trips took students to research facilities and industrial sites do broaden their knowledge of air quality

applications. Numerical simulations were used to illustrate complex concepts that could not be easily demonstrated in lectures or laboratory experiments. The simulations allowed students to explore important parameters that influence air quality and gain practical experience with software used in the industry. As a result, students' interest in scientific research increased, and they became more enthusiastic about learning. The project culminated in students writing papers for peer-reviewed journals and presenting their efforts at a scientific conference. These activities led to a notable increase in enrollment in Air Quality Modeling and Air Sampling Techniques courses by 10% and 20%, respectively. Furthermore, student from other departments, such as mechanical engineering, atmospheric sciences, and chemistry, also became interested in these courses after the implementation of the new practices.

Eschenbach & Cashman (2004) presented the air module of the four curriculum modules (air, land, water, energy resources) used in an introductory environmental engineering course. The module aimed to improve students' professional confidence through active learning, which included interactive lectures, laboratory sessions, field data collection and analysis, and Geographic Information System modeling. The Just-in-Time methodology, which combines web-based preparatory assignments with in-class activities, was employed to facilitate learning. The "air" module encompassed reading, quizzing, collecting, and analyzing air quality data. In addition to introducing air pollution and air pollutants, the module addressed IAQ by measuring CO₂ concentrations to determine ventilation in indoor spaced selected by the students. The authors concluded that the project was useful for introductory courses and those related to air pollution and recommended its methodology for increasing students' environmental awareness.

A study conducted by Neumann et al., 1999, which focused on the SMILE program, an initiative created in 1988 to increase minority representation in the sciences.

The program offers science and math enrichment to over 700 minority low-income students through SMILE clubs in elementary, middle, and high schools. The study aimed to foster critical thinking and address real-world issues related to IAQ and CO₂. The program organized “Family Science Nights” in every school district to raise awareness about IAQ hazards and prevention. The researchers also highlighted the annual “Challenge Weekend”, during which they conducted IAQ assessments in local school district buildings, monitoring parameters such as CO₂ levels. During the Challenge Weekend, students acted as consultants and analyses hypothetical CO₂ data for a newly converted school building that had previously been a historic library. They developed a plan involving an air filter system and presented the associated costs. The authors concluded that the SMILE program was effective, as participating students reported success in their learning experiences.

Citizen science

Another purpose for CO₂ monitors was for citizen science, a current term that was derived from the field of "public participation in scientific research" (Conrad & Hilchey, 2010). Citizen science is a form of public participation in scientific research that involves non-professionals in the scientific process. It has emerged as a popular tool for research, teaching, and learning, (Lusse et al., 2022), with the aim of promoting engagement between citizens and science, and enhancing the relevance and understanding of scientific topics. Citizen science bridges between science and society (Conrad & Hilchey, 2010), and can improve aspects such as motivation, student interest, scientific competence, and communication (Rautio et al., 2022). Broader communication is also the focus of the citizen scientist. It is believed that in the future, the individual trained as a citizen scientist also has the power to replicate knowledge (Conrad & Hilchey, 2010).

Ellenburg et al., (2019) introduced the AQtreks Educational Program, a low-cost quality monitoring program that aimed to engage students, teachers, and communities in air pollution monitoring. AQTraks targets a set of mobile sensors (Personal Air Monitors) paired with a smartphone App to measure personal dose/exposure to air pollution, including CO₂. The project encouraged students and community members to use these monitors to measure air quality in their neighbourhoods, school, and homes, and then share their data with others through a social network. The goal of the program is to automate date sharing and to facilitate teaching and learning about air pollution and climate change. The data obtained from the project is “useful for furthering scientific research and educating the next generation about air quality issues” (Ellenburg et al., 2019, p.15).

The Canadian authors D'eon et al. (2021) also describes a project-based learning (PBL) initiative that incorporates sensors to measure real-time levels of CO₂, O₃, and Particulate Matter (PM), and the data were collected by the students who analysed and visualize it for presentation in a poster or report. The project were implemented with two distinct groups of students: high school summer research students and senior undergraduate and graduate students in s cross-listed environmental analytical chemistry class. The authors emphasize the importance of understanding the indoor environment, as North Americans spend most of their time indoors. They argue that in addition to providing valuable experiential learning opportunities, this approach engages students in citizen science by enabling them to create research questions, visualize and interpret air pollution data, and gain a better understanding on how human activity impacts indoor environments. While the authors found that they could analyse both outdoor and indoor pollutants, they focused primarily on indoor environments due to significant impact of

human activity on air quality. Given the scarcity of data in literature, the authors believe that their project offers a valuable experiential learning opportunity for students.

Some authors have reported on case studies involving air pollutant measurements coupled with the use of technology and citizen science. Lassandro & Zono (2018) discusses the importance of indoor environmental quality (IEQ) in school buildings, and the negative effects that poor IEQ can have on student health and performance. The article argues that an integrated approach is needed to improve both energy performance and IEQ in schools. The research cites Information and Communication Technology (ICT) to foster indoor comfort, manage information, and make it accessible to all. The project involved several phases, beginning with a workshop to teach the students about heat transmission, lightning, air quality, and specific instruments and data collection through direct surveys and analysis of documents such as floor plans, construction details, and technical reports. Sample rooms were identified for further analysis, including directed geometric surveys with traditional methodology and digital multi-images photogrammetric techniques. The project also utilized immersive photographs to create an interactive virtual tour of the school. The third step involved subjective and objective investigations, including post-occupancy evaluations of thermal and visual comfort, air quality analysis, and instrumental measurements of microclimatic variables, such as temperature, relative humidity, air velocity and CO₂ concentration. Lassandro & Zonno (2018) research concluded that making students and teachers aware of the IAQ contributes to increasing responsive and adaptive behavior, and the potential for involving students in energy audits to improve both energy performance and IEQ in school buildings.

Grossberndt et al. (2021) described a pilot activity carried out in Norwegian high schools, and their efforts in evaluating the learning outcomes of using low-cost air

quality sensors systems in citizen science activities in high school. The goal of the project was to introduce low-cost sensor system to students to engage them in air quality. The project aimed to design, carry out, and evaluate their own research projects, which considered 5 areas of impact: scientific, social, economic, political, and environmental. The authors reported positive impacts on learning and pro-environmental world view, and increased pre-science attitudes, and thereby transformative power. Grossbetndt et al., (2021) stated that after the survey, interest in science-related topics increased, and that the project achieved positive results in terms of skill acquisition and awareness regarding air pollution, but that the impact on behavioural change was not as evident as the impact on learning. They also highlight the transformative potential of the activities, which makes it a good practice example for citizen science activities on air quality with low-cost sensors in a school context.

DIY: Maker cultures

CO₂ monitoring is useful for chemistry and EE, from primary, secondary, and post-secondary settings, but has presented a challenge due to limited resources in schools. Conventional techniques have involved indirect measures of CO₂ in water solutions (e.g., using precipitation of CaCO₃ from the reaction of CO₂ in limewater⁵ or using a pH indicator to measure the acidification of water). Advances in CO₂ monitors provide more accurate ways to measure atmospheric CO₂, but commercial models are often too costly for cash strapped schools.

Drawing on the influence of maker (or DIY) movements in education, Spanish researchers Pino et al. (2018) provide a step-by-step configuration of DIY sensor that is easy to construct and affordable using Arduino microcontrol board, a CO₂ sensor, a memory card, and a control panel. The authors also describe three educational activities that involve using the monitors. In the first activity, students measure how different

factors, such as concentration, temperature, and agitation, affect the rate of CO₂ production in an acid-base reaction. In the second activity, students measure the variation of CO₂ in plant photosynthesis and respiration. Finally, in the third activity, students measure CO₂ concentration in a room with a window to explore the impact of ventilation on IAQ. The monitor can be used to teach model-based inquiry where students use experimental results to test explanatory models, and to encourage students to make their own devices.

Similarly, Norwegian scholars Fjukstad et al. (2018; 2019) report on the air:bit project to introduce secondary students to computer programming, engineering and environmental science. Air:bit consists of a programmable sensor kit that enables students to build, collect, analyse, and make data publicly available. The authors describe lessons learned using the AirBit project in 10 secondary schools in Norway, starting with building and coding the sensors, followed by monitoring indoor CO₂ through data collection (Fjukstad et al., 2018). A subsequent publication (Fjukstad et al., 2019) described the lessons learned from the AirBit project after introduction in over 150 secondary schools with 400,000 local air quality measurements. The authors further applied a verification survey among students and teachers, who were very satisfied with the results and the project.

Jarvi et al. (2018) developed an online questionnaire to assess symptoms and perceived IAQ. They also aimed to test the usability of the questionnaire to assess differences between CO₂, temperature, and humidity measurements, and IAQ complaints and symptoms reported by academics. Students (n=6322) and teachers (n=719) were asked to answer whether they had allergic symptoms, asthma, fever, respiratory problems, sinusitis, otitis, bronchitis, pneumonia. The responses from the questionnaire and the concentrations were cross-referenced, and the authors concluded that such an approach is

the first step in trying to track and solve IAQ problems in school buildings, especially among adults, and that the information obtained from the questionnaires along with systematic investigation of the indoor environment may be useful for further investigation.

The COVID-19 pandemic introduced new uses for indoor CO₂ sensing and monitoring to highlight risk of infectious disease, and to connect environmental monitoring with public health.

During the pandemic, German scholars (Dey et al, 2021) reported on the use of CO₂ Meter, a do-it-yourself measuring device that can be used in the classroom. The novelty of their approach is to track ventilation behaviours across numerous classrooms over time, in order to identify possible correlations with respiratory infection. To do so, they sent data from sensor box to a central data server. The authors provided a detailed description of different sensors (e.g., VoC and NDIR) and provided a rationale for their selection of their chosen sensor (Sensirion SCD-30). They also provided a detailed description of the DIY meter kit, and software architecture, and provide materials and assembly information on a website, including videos to assist with assembly. This information is tremendously useful for educators interested in working with DIY options. The authors conclude that creating CO₂ meter devices is easy and cost-effective way to improve learning about aerosol-based infections, ventilation, and monitoring systems.

Yang (2021) conducted a study utilizing project-based-learning (PBL) to address the challenges posed by the “pandemic world”. The initiative involved students selecting samples sited, collecting samples of greenhouse gases (CO₂, CH₄, and N₂O), conducting laboratory measurements, and presenting the outcomes as a group. The primary objective of this endeavour was to enable engineering students to tackle real-life problems and develop professional skills through acquired learning. To evaluate the effectiveness of the

project, the researchers administered a survey to track the students' learning experiences, lessons learned, and challenges encountered. The outcomes indicated that the students demonstrated increased interest and confidence in engineering, improved transferable skills, and a greater understanding of the significance of teamwork. These results have important implications for the future of engineering education and the development of competent engineering professionals.

Pirela & Rodríguez (2020) conducted a quantitative and exploratory analysis to examine the relationship between CO₂, O₃ and Volatile Organic Compound (VOC) levels, and educational quality among engineering students during the COVID-19 pandemic. In addition to collecting and analysing air pollution data, temperature, winds and precipitation, the researchers administered a questionnaire to engineering students, asking whether they believe air pollution affects students. The results indicated that 34% of the students answered, "almost always", 26.6% answered "sometimes", and 26% answered "never". Based on their findings, the authors made important recommendations. They argued that environmental pollution is a critical problem facing modern society and that universities must take an active role in promoting sustainable development. To do so, universities must raise awareness of the impact of human activities on the environment and incorporate environmental values into their organizational culture. Moreover, the authors emphasized the key role that universities and schools play in training students and future leaders to address environmental challenges.

In a different article than the ones found, Papanastasiou et al. (2014) employed surveys to evaluate 314 School Primary Education undergraduate students' awareness regarding the factors that impact the environmental quality within university classrooms for the evaluation of public comprehension of science. The surveys included questions regarding IAQ, thermal comfort, and potential factors that can influence air quality, such

as ventilation, outdoor air pollution, dust, and furniture, among others. The researchers arrived at the conclusion that numerous future primary teachers possess inadequate knowledge of the variables that affects IAQ, which is concerning since “they will not only teach EE to elementary students in the future, but also for their daily lives” (Papanastasiou et al., 2014, p.936). The authors suggested that universities should include topics covered in the research in courses related to natural sciences, environment, and buildings.

Discussion and Conclusion

EE plays a crucial role in raising awareness not only on the impact of indoor environments on our health and well-being but also in achieving levels of understanding and consciousness for changing habits and attitudes in favor of the environment. While most published studies on EE focus on natural outdoor environment, recent research highlights the importance of educating people about the quality of the air in indoor spaces, especially in the context of the COVID-19 pandemic. Since the onset of the pandemic, several articles have reported experiences in monitoring CO₂ in educational spaces to address the health concerns of occupants and the importance of proper ventilation in reducing transmission risks (e.g., Crilley et al., 2021; Faustini et al., 2021; Hernández-Blanco et al., 2021, Kuo et al., 2021). Altough there is general recognition of the need to understand indoor spaces, these studies do not focus on ways to sensitize occupants about the importance of monitoring. They mainly monitor to identify potential problems and risks, but they do not provide information so students and teachers on measures they can take to mitigate risks.

We identified 16 studies linking CO₂ monitoring to EE in educational settings. These studies generally show that there are some initiatives regarding CO₂ monitoring in

indoor educational spaces, mainly focusing on citizen-scientists' theme of DIY approaches to assemble and configure sensors. What is reported in most of these articles is the importance of learning programming language in a practical way, the use of sensors for data capture and interpretation, and the EE aspects is a secondary topic discussed in all articles. These studies represent only 2.36% of all those found during the first stage of the search (Search Strategy, n=676). This number demonstrates an opportunity for studies along this line, which demonstrate how EE can be developed in indoor environments for environmental awareness. The overall results suggest that although all the articles present in this review report EE experiences and actions, the word "environmental education" is not explicitly contained in most of the papers used here, nor is the description that the project is in fact an EE action.

We can summarize that:

- CO₂ sensors provide simple, cost effective, and accessible way to measure air quality in indoor environments. Measurements can raise public awareness about IAQ and trigger immediate action, such as opening windows or leaving the room. The importance of CO₂ sensors has been recognized by aerosol experts, technical committees, and national health institutions.
- CO₂ sensors can help raise public awareness and increase literacy about IAQ. Aerosols cannot be seen by the naked eye and measuring concentration of indoor aerosols is impractical. CO₂ concentrations are easy to monitor, serve as a proxy for air quality, and are the basis of ventilation standards in many countries.
- Shifting towards ensuring air quality would raise new challenges and require new skills in assessing data including understanding trade-offs and uncertainty (Morawska et al, 2021). For instance, building designs need to balance concerns over air quality with demands for energy efficiency.

- CO₂ concentrations, as a proxy for ventilation rates, are risk-based estimates (rather than absolutes) that need to be interpreted carefully considering pathogen emission rates and infection dose. These challenges provide opportunities for environmental educators to enhance learning about trade-offs, uncertainties, and the limitations of data as evidentiary base for decision-making.
- While there are limits to using CO₂ concentration as a proxy for airborne disease transmission, as our review demonstrates, CO₂ monitoring devices provide “low hanging fruit” for environmental educators to encourage interdisciplinary learning, raise awareness, and mobilize action. CO₂ displays can help keep building operators accountable by increasing public demands for safe environments.

Education about of the importance that indoor environments play in our health and comfort ("acting locally") can lead to an awareness of "the totality", and a greater concern for "thinking globally".

Acknowledgments

This work was supported by the Brazilian Federal Foundation for Support Evaluation of Graduate Education (CAPES) under grant 8887.674330/2022-00 and 88881.690159/2022-01.

Declaration of interest statement

The authors report there are no competing interests to declare.

References

- Anchan, M. (2022). Edmonton's public library starts lending program for CO₂ monitors to measure air quality. CBC - Canadian Broadcasting Corporation. <https://www.cbc.ca/news/canada/edmonton/edmonton-s-public-library-starts-lending-program-for-co2-monitors-to-measure-air-quality-1.6685509>.

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers. (1989). ASHRAE Standard 62. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, USA (Report No 62).

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (1999). Ventilation and acceptable Indoor Air Quality, USA (Report No 61.1 & 62).

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (2022). Position Document on Indoor Carbon Dioxide, USA. https://www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/pd_indoorcarbon dioxide_2022.pdf.

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (2023). Advisory Public Review Draft: Control of Infectious Aerosols, USA.

Baker, Z., & Gelbach, H. (2022). Policy Dialogue: teaching environmentalism on a warming planet. *History of Education Quarterly*, 62, (1), 107-119. <http://dx.doi.org/10.1017/heq.2021.56>.

Booth, A. (2004). Formulating answerable questions. *Evidence-Based Practice for Information Professionals*, 61-70. <http://dx.doi.org/10.29085/9781856047852.007>.

Burton, G.W. (1966). The value of carbon dioxide monitoring during anaesthesia. *Anaesthesia*, 21 (1), 96-97. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2044.1966.tb02573.x>.

BusinessWire (2020). Global Indoor Air Quality Monitors Market Report 2020: Strategies to Ensure Proper Monitoring of Indoor Air Quality for Fight against COVID-19. 2020. <https://www.businesswire.com/news/home/20201126005593/en/Global-Indoor-Air-Quality-Monitors-Market-Report-2020-Strategies-to-Ensure-Proper-Monitoring-of-Indoor-Air-Quality-for-Fight-against-COVID-19---ResearchAndMarkets.com>.

Casas, E. V., Pormon, M. M., Manus, J. J., Lejano, R. P. (2021). Relationality and resilience: environmental education in a time of pandemic and climate crisis. *The Journal of Environmental Education*, 52(5), 14-324, 3 set. 2021. <http://dx.doi.org/10.1080/00958964.2021.1981205>.

CBC News (2022). All Yukon classrooms will have HEPA filters soon. CBC - Canadian Broadcasting Corporation. <https://www.cbc.ca/news/canada/north/yukon-classrooms-hepa-filters-1.6408230>.

CDC - Centers for Disease Control and Prevention. (2021). Ventilation in Buildings. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/ventilation.html#Ventilation-FAQs>. 2021.

Chen, S., Yamaguchi, T., & Watanabe, K. (2002). A simple, low-cost non-dispersive infrared CO/sub 2 monitor. In - 2Nd Isa/Ieee Sensors for Industry Conference, 107-110, ISA. <http://dx.doi.org/10.1109/sficon.2002.1159816>.

Conrad, C. C., & Hilchev, K. G. (2010). A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 176 (1-4), 273-291. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-010-1582-5>.

Corsi, R., Miller, S.L., Vanry, M.G., Marr, L.C., Cadet, L.R., Pollock, N.R., Michaels, D., Jones, E.R., Levinson, M., Li, Y., Morawska, L., Macomber, J., & Allen, J.G. (2021). Designing infectious disease resilience into school buildings through improvements to ventilation and air cleaning. Report of the Lancet COVID-19 Commission Task Force on Safe Work, Safe School, and Safe Travel. <https://covid19commission.org/safe-work-travel>.

COVIDSafe Campus. University of Calgary. Calgary, Alberta, Canada. 2022. Disponível em: <https://www.ucalgary.ca/risk/emergency-management/covid-19-response/covidsafe-campus>.

Crilley, L.R., Shaw, M., Pound, R., Kramer, L.J., Price, R., Young, S., et al. (2021). Observations of air pollutants in school classrooms with differing ventilation systems in light of the COVID-19 pandemic. *Indoor Air*, 31(3), 881-891. doi: 10.1111/ina.12806

Dey, T., Elsen, I., Ferrein, A., Frauenrath T., Reke, M., & Schiffer, S. (2021). CO₂ Meter: a do-it-yourself carbon dioxide measuring device for the classroom. In: The 14Th Pervasive Technologies Related to Assistive Environments Conference, 1(1), 1-164. <http://dx.doi.org/10.1145/3453892.3462697>.

D'eon, J.C., Stirchak, L.T., Brown, A., & Saifuddin, Y. (2020). Project-Based Learning Experience That Uses Portable Air Sensors to Characterize Indoor and Outdoor Air Quality. *Journal of Chemical Education*, 98(2), 445-453. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00222>.

Di Gilio, A., Palmisani, J., Pulimeno, M., Cerino, F., Cacace, M., Miani, A., & Gennaro, G. (2021). CO₂ concentration monitoring inside educational buildings as a strategic tool to reduce the risk of Sars-CoV-2 airborne transmission. *Environmental Research*, 202, 111-560. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2021.111560>.

Dunlop, L. (2022). Teacher and youth priorities for education for environmental sustainability: a co-created manifesto. *British Education Research Journal*, 4(5), 952-973.

ECDC - European Centre for Disease Prevention and Control (2020). Heating, ventilation, and air-conditioning systems in the context of COVID-19: first update. <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Heating-ventilation-air-conditioning-systems-in-the-context-of-COVID-19-first-update.pdf>.

Ellenburg, J.A., Williford, C.J., Rodriguez, S. L., Andersen, P. C., Turnipseed, A. A., Ennis, C. A., Basman, K. A., Hatz, J. M., Prince, J. C., & Meyers, D. H. (2019). Global Ozone (GO₃) Project and AQTreks: use of evolving technologies by students and citizen scientists to monitor air pollutants. *Atmospheric Environment*: X, 4, 100048. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aeaoa.2019.100048>.

Eschenbach, E. A.; & Cashman, E. M. (2004). Introduction to Air Resources: just in time! In: Proceedings of the 2004. American Society for Engineering Education Annual

Conference & Exposition. Humboldt: American Society for Engineering Education, 2004. p. 1-8.

Evans, J., & Benefield, P. (2002). Systematic Reviews of Educational Research: does the medical model fit? *British Educational Research Journal*, 27(5), 527-541. <http://dx.doi.org/10.1080/01411920120095>.

Faustini, A., Rappazzo, G., Magrini, A., Morandi, G.D., Cori, L. (2021). Air quality monitoring in schools: Indoor/outdoor NO₂ and BTEX concentrations at 23 Italian schools. *Environmental Pollution*, 279, 116841. doi: 10.1016/j.envpol.2021.116841

Fayos-Jordan, R., Segura-Gargia, J., Soriano-Asensi, A., Felici-Castell, S., Felici, J. M., & Alcaraz-Calero, J. M. (2021). VentQsys: low-cost open iot system for CO₂ monitoring in classrooms. *Wireless Networks*, 27(8), 5313-5327. <http://dx.doi.org/10.1007/s11276-021-02799-5>.

Fisk, W. J., & Rosenfeld, A. H. (1997). Estimates of Improved Productivity and Health from Better Indoor Environments. *Indoor Air*, 7(3), 158-172. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0668.1997.t01-1-00002.x>.

Fisk, W. J., Wargocki, P., & Zhang, X. (2019). Do indoor CO₂ levels directly affect perceived air quality, health, or work performance? *ASHRAE Journal* 61(9):70–77.

Fjukstad, B., Angelvik, N., Hauglann, M. W., Knutsen, J. S., GRØNNESBY, Morten; GUNHILDRUD, Hedinn; BONGO, Lars Ailo. Low-Cost Programmable Air Quality Sensor Kits in Science Education. *Proceedings of The 49Th Acm Technical Symposium On Computer Science Education*, v. 1, n. 1, p. 1-20, 21 fev. 2018. ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/3159450.3159569>.

Fjukstad, B., Angelvik, N., Gronnesby, M., Hauglann, M. W., Gunhildrud, H., Rasch, F. H., Iversen, J., Dalseng, M., & Bongo, L. A. (2019). Teaching Electronics and Programming in Norwegian Schools Using the air. *Proceedings of the 2019 Acm Conference on Innovation And Technology In Computer Science Education*, 1(1), 952-164. <http://dx.doi.org/10.1145/3304221.3325527>.

Fletcher, R. (2023). Inside these parents' long, nerdy struggle over how to improve air quality in Calgary schools. CBC - Canadian Broadcasting Corporation. <https://www.cbc.ca/newsinteractives/features/calgary-parents-campaign-school-air-quality>.

Grossberndt, S., Passani, A., Lisio, G., Janssen, A., & Castell, N. (2021). Transformative Potential and Learning Outcomes of Air Quality Citizen Science Projects in High Schools Using Low-Cost Sensors. *Atmosphere*, 12(6), 736. <http://dx.doi.org/10.3390/atmos12060736>.

Hazerian, T. E., McCowan, M. S., & Buckle, F. G. (1985). Continuous Bedside CO₂ Monitoring in the Diagnosis of Acute Airway Obstruction to the Editor. *Critical Care Medicine*, 13(5), 449. <http://dx.doi.org/10.1097/00003246-198505000-00022>.

Hernández-Blanco, J., Reche, C., Díaz-Perales, A., Ondovcik, S.L., Moreno-García, M., Rodríguez-Fernández, S., et al. (2021). Indoor air quality in classrooms before and during the COVID-19 pandemic in the region of Madrid (Spain). *Science of The Total Environment*, 778, 146206. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.146206

Hosseini, M. R., Fouladi-Fard, R., & Aali, R. (2020). COVID-19 pandemic and sick building syndrome. *Indoor and Built Environment*, 29(8), 1181-1183. <http://dx.doi.org/10.1177/1420326x20935644>.

Hung, I., & Derossis, P. (1989). Carbon dioxide concentration as indicator of indoor air quality. *Journal of Environmental Science and Health. Part A: Environmental Science and Engineering*, 24(4), 379-388. <http://dx.doi.org/10.1080/10934528909375487>.

Hunter, R. H., & Richmond, G. (2022). Theoretical diversity and inclusivity in science and environmental education research: a way forward. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(6), 1065-1085. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21752>.

James, K. L., Randall, N. P., & Haddaway, N. R. (2016). A methodology for systematic mapping in environmental sciences. *Environmental Evidence*, 5(1), 1-22. <http://dx.doi.org/10.1186/s13750-016-0059-6>.

Jarvi, K., Vornanen-Winqvist, C., Mikkola, R., Kurnitski, J., & Salonen, H. (2018). Online Questionnaire as a Tool to Assess Symptoms and Perceived Indoor Air Quality in a School Environment. *Atmosphere*, 9(7), 270. <http://dx.doi.org/10.3390/atmos9070270>.

Johnston, J. (2009). Transformative Environmental Education: stepping outside the curriculum box. *Canadian Journal of Environmental Education*, 14, 149-157.

Kapoor, N. R.; Kumar, A.; Kumar, A.; Zebari, D. A.; Kumar, K.; Mohammed, M. A.; Al-Waisy, A. S.; Albahar, M. A. (2022). Event-Specific Transmission Forecasting of SARS-CoV-2 in a Mixed-Mode Ventilated Office Room Using an ANN. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (24), 16862.

Khangura, S., Konnyu, K., Cushman, R., Grimshaw, J., & Moher, D. (2012). Evidence summaries: the evolution of a rapid review approach. *Systematic Reviews*, 1(1), 1-20, 10. <http://dx.doi.org/10.1186/2046-4053-1-10>.

Kuo, P.H., Chen, C.H., Lee, C.T., Wu, C.D., Wang, C.J. (2021). Indoor carbon dioxide concentration and school absenteeism in Taipei City, Taiwan: An observational study. *Environmental Research*, 197, 111150. doi: 10.1016/j.envres.2021.111150

Lassandro, P., Zono, M., & Perozo, N. (2018). A work-related learning project for energy efficiency evaluation and indoor comfort of school buildings. *Ingénierie Des Systèmes D'Information*, 23(5), 7-27. <http://dx.doi.org/10.3166/isi.23.5.7-27>.

Larson, S. M., & Rood, M. J. (1993). Development of an Air Quality Program at the University of Illinois at Urbana-Champaign. *Journal Of Engineering Education*, 82(2), 101-108. <http://dx.doi.org/10.1002/j.2168-9830.1993.tb00083.x>.

Li, Y., Leung, G. M., Tang, J. W., Yang, X., Chao, C. Y. H., Lin, J. Z., Lu, J. W., Nielsen, P. V., Niu, J., & Qian, H. (2007). Role of ventilation in airborne transmission of infectious agents in the built environment? a multidisciplinary systematic review. *Indoor Air*, 17(1), 2-18. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0668.2006.00445.x>.

Li, B., Cai, W. (2022). A novel CO₂-based demand-controlled ventilation strategy to limit the spread of COVID-19 in the indoor environment. *Building and Environment*, 219, p. 109232. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109232>.

Lowther, S.D., S. Dimitroulopoulou, K. Foxall, C. Shrubsole, E. Cheek, B. Gadeberg, and O. Sepai. 2021. Low level carbon dioxide indoors—A pollution indicator or a pollutant? A health-based perspective. *Environments*, 8

Lusse, M., Brochhage, F., Beeken, M., & Pietzner, V. (2022). Citizen science and its potential for science education. *International Journal of Science Education*, 44(7), 1120-1142. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2022.2067365>.

McNeill, V. F., Corsi, R., Huffman, J.A., King, C., Klein, R., Lamore, M., Maeng, Y., Miller S. L., & NG, N. L., & Olsiewski, P. (2022). Room-level ventilation in schools and universities. *Atmospheric Environment*: X, 13, 100152. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aeaoa.2022.100152>.

Morawska, L., Allen, J., Bahfletch, W., Bluysen, P. M., Boerstra, A., Buonanno, G., Cao, J., Dancer, S. J., Floto, A., & Franchimon, F (2021). A paradigm shift to combat indoor respiratory infection. *Science*, 372(6543), 689-691. <http://dx.doi.org/10.1126/science.abg2025>.

Murphy, M. (2006). Sick Building Syndrome and the Problem of Uncertainty: environmental politics, technoscience, and women workers. North Carolina: Duke University Press, 2006.

Nardell, E.A. Airborne Infection: Theoretical Limits of Protection Achievable by Building Ventilation. (1991). *The American Review of Respiratory Disease*, 144 (2), 302–06, <https://doi.org/10.1164/ajrccm/144.2.302>.

NAAEE - North American Association for Environmental Education. About EE and why it matters. 2023. <https://naaee.org/about/ee>.

Nduka, D. O.; Ogunbayo, B.; Ajao, A.; Ogundipe, K.; Babola, B. (2018). Survey datasets on sick building syndrome causes and effects on selected public buildings in Lagos, Nigeria. **Data In Brief**, [S.L.], 20, 1340-1346.

Neumann, C., Bloomfield, M. M., Harding, A. K., & Sherburne, H. (1999). An innovative approach to teaching high school students about indoor air quality. *Journal of Environmental Health*, 62 (4), 9-13.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. (2022). Carbon dioxide now more than 50% higher than pre-industrial levels. <https://www.noaa.gov/news-release/carbon-dioxide-now-more-than-50-higher-than-pre-industrial-levels>.

Owojori, O. M., Mulaudzi, R., & Edokpayi, J. N. (2022). Student's Knowledge, Attitude, and Perception (KAP) to Solid Waste Management: a survey towards a more circular economy from a rural-based tertiary institution in south africa. *Sustainability*, 14 (3), 1310. <http://dx.doi.org/10.3390/su14031310>.

Papanastasiou D.K., Avgoloupis A. S., Melas, D., & Ikonomidis, S. (2014). Future primary teachers' knowledge and understanding of environmental quality issues – a questionnaire survey. *Global Nest: the international Journal*, 16(5), 929-937. <http://dx.doi.org/10.30955/gnj.001532>.

Peng, Z., & Jimenez, J. L. (2021). Exhaled CO₂ as a COVID-19 Infection Risk Proxy for Different Indoor Environments and Activities. *Environmental Science & Technology Letters*, 8(5), 392-397. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.estlett.1c00183>.

PHAC - Public Health Agency of Canada. (2022). COVID-19: guidance on indoor ventilation during the pandemic. Guidance on indoor ventilation during the pandemic. <https://www.canada.ca/en/public-health/services/diseases/2019-novel-coronavirus-infection/guidance-documents/guide-indoor-ventilation-covid-19-pandemic.html>.

Pino, He., Pastor, V., Grimalt-Alvaro, C., & López, V. (2018). Measuring CO₂ with an Arduino: creating a low-cost, pocket-sized device with flexible applications that yields benefits for students and schools. *Journal of Chemical Education*, 96(2), 377-381. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00473>.

Pirela, C. P., & Rodríguez, E. M, R. (2020). Measurement of CO₂, O₃ and VOC Levels and their Relationship to Educational Quality in Engineering Students at the National University of Chimborazo Unach During the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 13(8), 2007. <http://dx.doi.org/10.37624/ijert/13.8.2020.2007-2013>.

Plumper, T., & Neumayer, E. (2022). The Politics of Covid-19 Containment Policies in europe. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 81, 103206. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103206>.

Rautio, P., Tammi, T., Aivelto, T., Hohti, R., Kervinen, A., & Saari, M. (2022). "For whom? By whom?": critical perspectives of participation in ecological citizen science. *Cultural Studies of Science Education*, 17(3), 765-793. <http://dx.doi.org/10.1007/s11422-021-10099-9>.

Redlich, C., Sparer, J., & Cullen, M. R. (1997). Sick-building syndrome. *The Lancet*, 349(9057), 1013-1016. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(96\)07220-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(96)07220-0).

SAGE UK - Scientific Advisory Group for Emergencies). (2020). Role of ventilation in controlling SARS-CoV-2 transmission. United Kingdom: Environmental and Modelling Group, <https://www.gov.uk/government/publications/emg-role-of-ventilation-in-controlling-sars-cov-2-transmission-30-september-2020>.

Schachter, E. N. (1981). Transcutaneous Oxygen and Carbon Dioxide Monitoring. *Archives Of Surgery*, 116(9), 1193. <http://dx.doi.org/10.1001/archsurg.1981.01380210063013>.

Schunemann, H. J., & Moja, L. (2015). Reviews: rapid! rapid! rapid! ::and systematic. *Systematic Reviews*, 4(1), 1-3. <http://dx.doi.org/10.1186/2046-4053-4-4>.

Sega, M., Di Meane, E.A., & Lassa, M. (2002). Stability of a NDIR analyser for CO₂ at atmospheric concentration. *Ann Chim*, 92(9):897-902. PMID: 12407912.

Smith, R.W., Jarvis, T., Sandhu, H.S., Pinto, A.D., O'Neill, M., Di Ruggiero, E., Pawa, J., Rosella, L., & Allin, S. (2022). Centralization and integration of public health systems: Perspectives of public health leaders on factors facilitating and impeding COVID-19 responses in three Canadian provinces. *Health Policy*. 2022 Nov 23:S0168-8510(22)00305-0. doi: 10.1016/j.healthpol.2022.11.011. PMID: 36456399; PMCID: PMC9681988.

Suárez-Perales, I., Valero-Gil, J., Lahiz, D. I. L., Rivera-Torres, P., & Garcés-Ayerbe, C. (2021). Educating for the future: how higher education in environmental management affects pro-environmental behaviour. *Journal of Cleaner Production*, 321, 128972. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128972>.

Swiss National COVID-19 task force. (2021). On the use of CO₂ sensors in schools and other indoor environments. <https://scienctaskforce.ch/en/policy-brief/on-the-use-of-co2-sensors-in-schools-and-other-indoor-environments/>.

The Canadian Press (2022). Ontario commits to 49,000 more HEPA filters for schools, child-care settings. CBC - Canadian Broadcasting Corporation. <https://www.cbc.ca/news/canada/toronto/ont-school-hepas-1.6359777>.

Trilles, S., Juan, P., Chaudhuri, S., & Fortea, A. B. V. (2021). Data on CO₂, temperature and air humidity records in Spanish classrooms during the reopening of schools in the COVID-19 pandemic. *Data in Brief*, 39, 107489. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dib.2021.107489>.

UN - UNITED NATIONS. (1987). Our Common Future - Brundtland Report. (Report of the World Commission on Environment and Development).

Yang, H. Application of project-based learning in an environmental engineering programme. In: Guerra, A., Chen, J., Winther, M., Kolmos, A. and Nielsen, S. R. (eds.) *Educate for the future: PBL, Sustainability and Digitalisation 2021*. Aalborg University Press, Aalborg, Denmark, pp. 195-205. ISBN 9788772107431 Available at <http://centaur.reading.ac.uk/99206/>.

Wong, J. (2022). Calls grow for HEPA air filters in Canadian classrooms. CBC - Canadian Broadcasting Corporation. <https://www.cbc.ca/news/canada/edmonton/hepa-filter-classrooms-1.6304311>.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2021). Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19. World Health Organization. 25 p.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2022). Coronavirus COVID-19 Dashboard. <https://covid19.who.int/>.

Zivelonghi, A., & Lai, M. (2021). Mitigating aerosol infection risk in school buildings: the role of natural ventilation, volume, occupancy, and CO₂ monitoring. *Building And Environment*, 204, 108139. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108139>.

Figure legends

Figure 1. Methodological Design

Figure 2: Published literature at the intersection of IAQ and CO₂ monitoring among time.

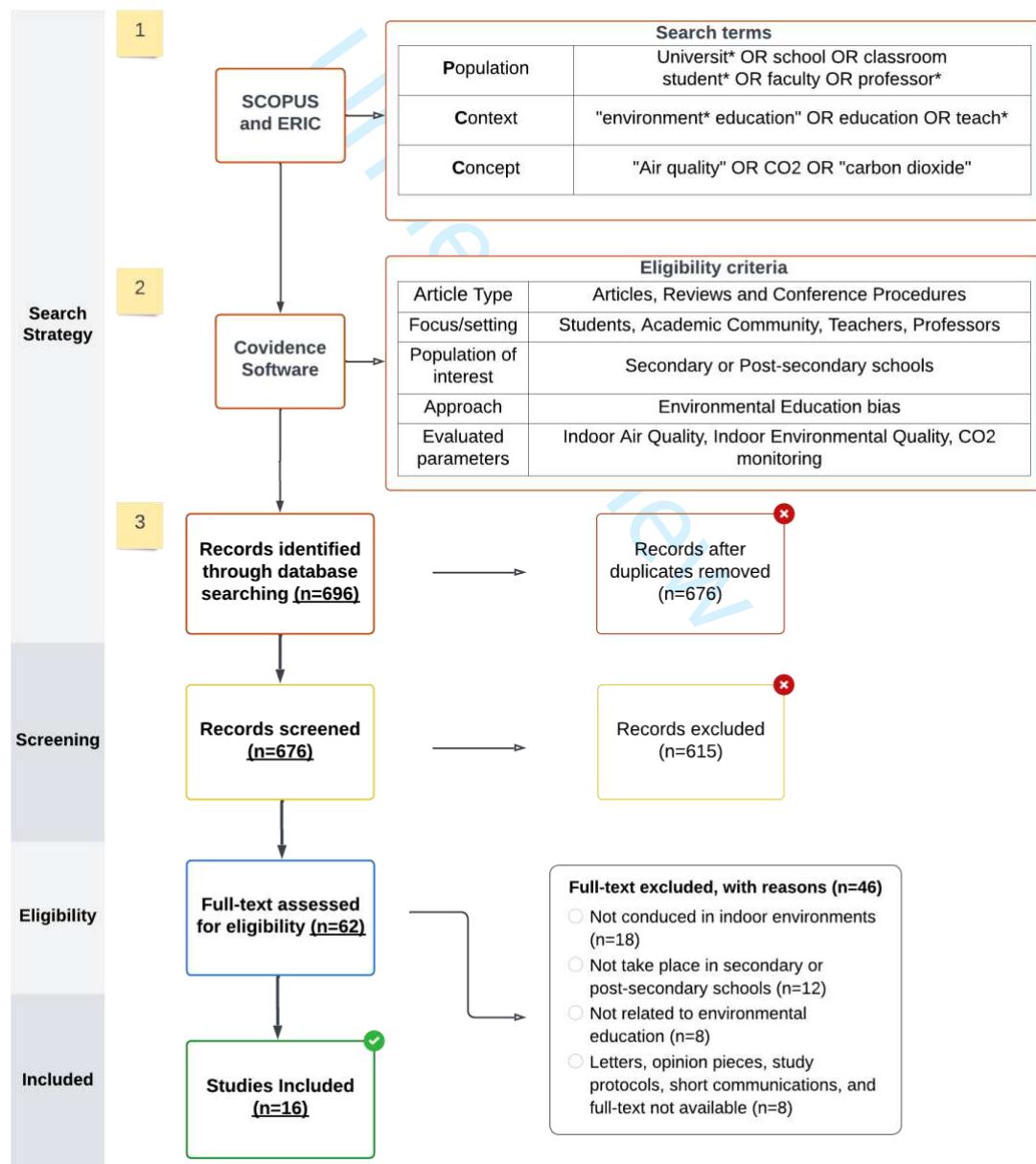
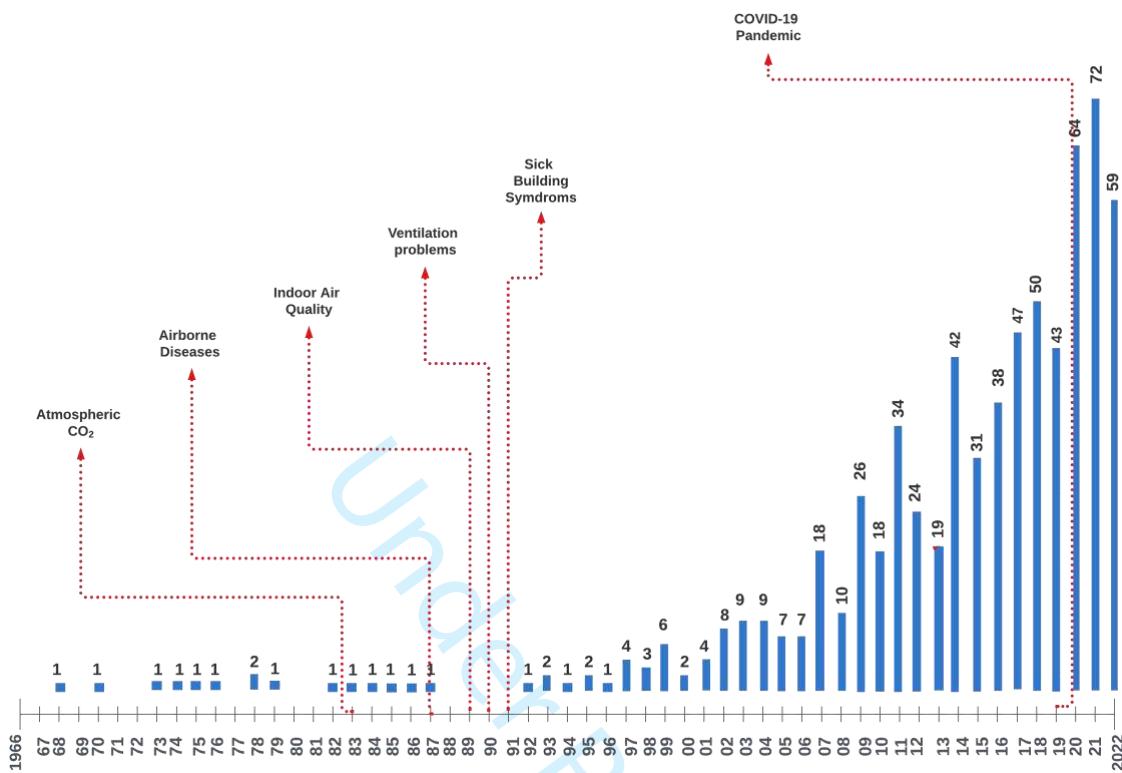


Figure 1**Figure 2**

Authors	Year	Title
(1) Use of CO2 monitoring devices to raise awareness about indoor environments and health/conference		
Neumann et al.	1999	An innovative approach to teaching high school students about indoor air quality
Pino et al., 2018	2018	Measuring CO2 with an Arduino: Creating a Low-Cost, Pocket-Sized Device with Flexible Applications That Yields Benefits for Students and Schools
Fjukstad et al.	2018	Low-cost programmable air quality sensor kits in science education
Fjukstad et al.	2019	Teaching electronics and programming in Norwegian schools using the air:bit sensor kit
Ellenburg et al.	2019	Global Ozone (GO3) Project and AQTreks: Use of evolving technologies by students and citizen scientists to monitor air pollutants
D'eon et al.	2021	Project-Based Learning Experience That Uses Portable Air Sensors to Characterize Indoor and Outdoor Air Quality
Lassandro & Zono	2018	A work-related learning project for energy efficiency evaluation and indoor comfort of school buildings
Grossberndt et al.	2021	Transformative potential and learning outcomes of air quality citizen science projects in high schools using low-cost sensors
Pirela & Rodrigues	2020	Measurement of CO2, O3 and VOC levels and their relationship to educational quality in engineering students at the National University of Chimborazo unach during the COVID-19 pandemic
Yang	2021	Application of project based learning in an environmental engineering programme
Dey et al.	2021	CO2 Meter: A do-it-yourself carbon dioxide measuring device for the classroom
(2) Surveys to assess existing knowledge		
Papanastasiou et al.	2014	Future primary teachers' knowledge and understanding of environmental quality issues - A questionnaire survey

Jarvi et al.	2018	Online questionnaire as a tool to assess symptoms and perceived indoor air quality in a school environment
(3) Sustainability focus: Act globally, think locally		
Lizana et al.	2021	A methodology to empower citizens towards a low-carbon economy. The potential of schools and sustainability indicators
Larson & Rood	1993	Development of an Air Quality Program at the University of Illinois at Urbana-Champaign
Eschenbach & Cashman	2004	Introduction to air resources - Just in time!

Journal title	Geographic Location	Target	Sector	Key-Theme
Art				
Journal of Environmental Health	Oregon, USA	Secondary	Science and Mathematics	Use of monitors as teaching device
Journal of Chemical Education	Barcelona, Spain	Secondary	N/A	
IGCSE '18: Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education	Norway	Secondary	Science & Technology	
ITiCSE '19: Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education	Norway	Secondary	Science & Technology	Citizen Scientist
Atmospheric Environment: X	Colorado, USA	Secondary	N/A	
Journal of Chemical Education	Toronto, Canada	Secondary	Chemistry	
Ingénierie des Systèmes d'Information	Bari, Italy	Secondary	N/A	
Atmosphere	Norway	Secondary	Science & Technology	
International Journal of Engineering Research and Technology	Chimborazo, Ecuador	Post-secondary	Engineering	
International Research Symposium on PBL	Reading, UK	Post-secondary	Environmental Engineering	COVID-19 pandemic related
PETRA 2021: The 14th PErvasive Technologies Related to Assistive Environments Conference	Germany	Secondary	N/A	
Indoor Air				
Global Nest: The International Journal	Thessaloniki, Greece	Post-secondary	School of Primary Education	Perceived Indoor Air

Atmosphere	Helsinki - Finland	Secondary	N/A	Indoor Air Quality (IAQ)
Journal of Environmental Management	Portugal, Spain, France and Gibraltar	Secondary	N/A	Environmental performance
Journal of Engineering Education	Illinois, USA	Post-secondary	Civil Engineering	Proposal of a new curriculum
American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition C	California, USA	Post-secondary	Environmental Engineering	

Main Goals
Workshop for teachers Family Science Nights (students, family members, and members of the school community learned about IAQ) Challenge Weekend (monitored CO ₂ in classrooms, analyzed and discussed data found) <u>Solve a real-life problem</u> Presented a device composed of an Arduino board, a CO ₂ sensor, an SD-card module that could be use as a teaching device for primary- and secondary-school science education
AirBit project: a programmable sensor kit to build, collect, analyze, and make available to the public CO ₂ sensor data
Described the lessons learned from the AirBit project after introduction in over 150 schools with 400,000 local air quality measurements
GO ₃ project: monitoring ground-level ozone AQTraks educational program: a set of mobile sensors (Personal Air Monitors) paired with a smartphone App to measure personal dose/exposure to air pollution, including CO ₂
Project-based learning (PBL): collect, analyze, interpret, and manipulate air pollution datasets
ICT in order to foster indoor comfort, manage information, and make CO ₂ monitors accessible to all
ICT in order to build air quality sensors in citizen science projects to design, carry out, and evaluate their own research projects
Analyze the relationship between CO ₂ , O ₃ and Volatile Organic Compound (VOC) levels, and educational during the COVID-19 pandemic.
PBL: select sites, collect samples of greenhouse gases, perform laboratory measurements, and present the results as a group.
Do-it-yourself CO ₂ monitoring device for classrooms
Understand the factors affecting the environmental quality within university classrooms through questionnaires applied to students.

Develop an online questionnaire to assess symptoms and perceived IAQ. They also aimed to test the usability of the questionnaire to assess differences between CO₂, temperature, and humidity measurements, and IAQ complaints and symptoms reported by academics.

ClimaACT methodology:

Measure the environmental performance

Traditional lectures and experiments computer simulations

Field trips

Paper-writting

Scientific presentations

Implementation of a new course curriculum in Environmental Engineering

Under Review