



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia - FAENG



EDER DE ARRUDA INSAURALDE

ENSINO PARA O ANTROPOCENO: CONTRIBUIÇÕES DA CIÊNCIA ECOLOGIA

Campo Grande, MS.

2025

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS E ARQUITETURA E URBANISMO E
GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**

EDER DE ARRUDA INSAURALDE

**ENSINO PARA O ANTROPOCENO: CONTRIBUIÇÕES
DA CIÊNCIA ECOLOGIA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul como requisito à obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais. Linha de Pesquisa: Natureza e Sociedade.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Tatiane do Nascimento Lima

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Dr.^a. Tatiane do Nascimento Lima
Orientadora PGRN- UFMS

Prof. Dr. Rogério Rodrigues Faria
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências

Prof.^a Dr.^a. Rosiane de Moraes
Docente do Programa de pós-graduação em Mestrado de Ensino de Ciências e Matemática, da UNIDERP-ANHANGUERA. Professora da rede municipal de ensino de Campo Grande/MS.

Prof.^a Dr.^a. Mayara Camila Scur (Suplente)
Servidora efetiva da Secretaria da Educação do estado de Espírito Santo.

**Campo Grande, MS
2025**

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, seu Fermino Insauralde, peão boiadeiro, que em cima de um cavalo batalhou pra me dar essa chance. À minha mãe, Dona Alice de Arruda, dona de casa, que ao lado do meu pai lutou pra me dar essa oportunidade.

E aos meus amigos de fé (não citarei nomes porque vocês estiveram comigo nessa jornada). Obrigado pelo apoio que todos vocês me deram.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, pela força que tudo movimenta. A Pai Oxalá, pela luz no meu Orí. Aos meus Orixás pela sustentação e aos meus guias, pelo caminho dado.

Á Professora Doutora Tatiane do Nascimento Lima pela paciência e dedicação doada.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABELAS	5
RESUMO	6
INTRODUÇÃO GERAL	7
OBJETIVO GERAL	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
 CAPÍTULO I: ENSINO PARA O ANTROPOCENO: CONTRIBUIÇÕES DA CIÊNCIA ECOLOGIA	 12
Resumo	13
1.1. Introdução	16
1.2. Material e Métodos	16
1.3. Resultados e Discussão	18
1.4 Considerações finais	45
1.5 Referências bibliográficas	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Amostragem das publicações no período de 2013 a 2024 na plataforma Scopus (Elsevier) sobre o tema ensino de Ecologia no Antropoceno, ao longo dos anos.....12

Figura 2. Amostragem das publicações no período de 2013 a 2024 na plataforma Scopus (Elsevier) sobre o ensino de Ecologia no Antropoceno, referente a área temática.....15

Figura 3. Distribuição das publicações no período de 2013 a 2024 por países de acordo com as buscas na plataforma Scopus, sobre o ensino de Ecologia no Antropoceno.... 16

Figura 4. Relação das instituições de pesquisa de afiliação dos autores das produções da Scopus (selecionadas para visualização apenas as instituições com mais de 1 publicação)19

Figura 5. Tipos de documentos divulgados na base Scopus no período de 2013 a 2024, sobre o ensino de Ecologia no Antropoceno.....19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista das publicações coletadas nas plataformas Scopus (Elsevier) que tem como foco o ensino de Ecologia no Antropoceno.....	23
--	----

RESUMO GERAL

INSAURALDE, EDER DE ARRUDA (2025). Ensino para o antropoceno: contribuições da Ciência Ecologia. 52 p. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.

A ciência Ecologia é complexa e ampla, uma vez que busca entender o funcionamento dos ecossistemas e os fatores que regulam a distribuição dos seres vivos na Terra. No ensino a Ecologia é fundamental para que o aluno, além de interpretar os fenômenos naturais, também possa entender seu papel no ambiente natural. O entendimento sobre o funcionamento do ambiente natural é extremamente importante, principalmente no cenário atual de crise ambiental que estamos vivenciando, um período de aumento da temperatura global, enchentes, secas, tornados, de uma intensidade e frequência muito além daquelas que já ocorreram. Nesta dissertação avaliamos as tendências científicas que estão sendo produzidas dentro da temática ensino de Ecologia no Antropoceno e o escopo das pesquisas científicas divulgadas. Por meio desta pesquisa esperamos colaborar com dados que apontem como o ensino de Ecologia vem sendo desenvolvido, destacando as deficiências e as possibilidades de contribuição dessa Ciências no entendimento da crise ambiental do nosso tempo.

Palavras-chave: Antropoceno. Crise Ambiental. Educação. Ensino. Mudanças climáticas.

GENERAL ABSTRACT

Ecology is a complex and broad science, seeking to understand how ecosystems function and the factors that regulate the distribution of living beings on Earth. Ecology is fundamental in teaching, enabling students to not only interpret natural phenomena but also understand their role in the natural environment. Understanding how the natural environment functions is extremely important, especially in the current environmental crisis we are experiencing—a period of rising global temperatures, floods, droughts, and tornadoes—of an intensity and frequency far exceeding those experienced previously. In this dissertation, we evaluate the scientific trends being produced within the theme of teaching ecology in the Anthropocene and the scope of published scientific research. Through this research, we hope to contribute data that demonstrates how ecology teaching has been developing, highlighting its shortcomings and the potential contributions of this science to understanding the environmental crisis of our time.

Keywords: Anthropocene. Environmental Crisis. Education. Teaching. Climate Change

INTRODUÇÃO GERAL

Diante da crise ambiental causada pelas ações humanas, como o desmatamento, a fragmentação ambiental, a expansão da agropecuária, a acidificação dos oceanos, o degelo das calotas polares, a eliminação da biodiversidade, entre tantas outras modificações ambientais, nunca foi tão urgente que a discussão envolvendo as questões ambientais estejam inseridos na sociedade (Mantovani *et al.*, 2024; Soliman, 2024; Santos de Lima *et al.*, 2024; Stríkis *et al.*, 2024; Pelissari *et al.*, 2023). Mas, mais do que apenas “observar” e “saber” o que está acontecendo, é necessário um saber crítico diante da situação de crise ambiental atual. Um dos maiores problemas da falta de ação para frear os problemas ambientais é a total falta de conhecimento de como os ecossistemas funcionam. A educação pode colaborar com a crise ambiental, no sentido de que ao entender o funcionamento das leis da química, da física e da biologia, os sujeitos passam a compreender o que está acontecendo e a partir daí podem criticamente analisar o que pode ser feito no sentido de minimizar os danos. A educação também pode colaborar no sentido de permitir aos cidadãos uma análise crítica das informações que estão sendo divulgadas na mídia.

Esse momento de grande crise ambiental envolve eventos globais que podem ser observados em todas as telas do mundo, sendo transmitidos pelos meios de comunicação em massa e passando a fazer parte das rodas de conversa do cidadão comum (Cunsolo *et al.*, 2020; Parry *et al.*, 2022). Entre os cientistas, que formam o grupo de pessoas que têm acesso aos dados empíricos do que realmente está acontecendo, há um cenário de muita preocupação, pois dados das pesquisas apontam que chegamos a um ponto que não há mais volta ao estado original do planeta (McKay *et al.*, 2022). Frente a essa situação parte tenta se manter otimista com foco na mudança

social/econômica/política que trará a manutenção da qualidade de vida de todas as sociedades (The Guardian, 2024).

Todos esses desastres refletem o nosso modelo de sociedade que se relaciona com o ambiente de forma insustentável. A crise ambiental que estamos enfrentando afeta a segurança alimentar, a qualidade do ar, a disponibilidade de água doce potável e a saúde dos seres vivos (Pinheiro, Pasquier, 2023; Silva, 2023).

Nesse cenário de caos nas dimensões social, econômica, ambiental, cultural, territorial e política, temos a proposta do uso do termo “Antropoceno”, cuja etimologia aponta para a época dos humanos, um conceito debatido por pesquisadores que estudam como as atividades antrópicas estão modificando a história do planeta.

O termo foi proposto no ano de 1995 pelo prêmio Nobel de Química Paul Crutzen, que trouxe a ideia de que o Antropoceno representa uma nova época, marcada pela intensa atividade humana no globo terrestre (Crutzen; Stoermer, 2000; Campello *et al.*, 2022). Dessa forma, o Antropoceno é entendido como um momento na história da Terra em que os problemas ambientais estão diretamente relacionados às ações humanas (desmatamento, fragmentação, monoculturas, crescimento explosivo da população graças às melhores condições de alimentação, saúde, higiene e à multiplicação da produção e do consumo) (Pinheiro, Pasquier, 2023; Silva, 2023).

O entendimento deste cenário é de extrema importância para que ocorra a conservação e a manutenção dos ecossistemas, com foco na sustentabilidade e na manutenção da qualidade de vida das populações humanas. Nesse contexto a educação formal (escolas, cursos técnicos, universidades) e não formal (museu, jardins botânicos, aquários, oceanários) atuam no papel da promoção da divulgação desse conhecimento. Tratando-se especificamente do ensino de Ecologia, foco dessa pesquisa, por sua característica inerente de estudar o funcionamento dos ecossistemas, essa unidade

curricular tem a possibilidade de contribuir com o desenvolvimento de um pensamento crítico frente a crise ambiental.

Dar significado ao ensino de Ecologia pode não ser uma tarefa fácil, mas é uma importante ferramenta para uma melhor compreensão do funcionamento dos ecossistemas da Terra e para a abertura da possibilidade de mudanças comportamentais frente aos problemas ambientais.

O estudo de diversos aspectos da Ecologia pode envolver a busca por métodos que possibilitem um processo de ensino e aprendizagem, no qual o aluno possa observar toda a complexidade dessa Ciência. E a partir dos conceitos discutidos em sala de aula, os alunos podem se deparar com o fato de que parte das pesquisas básicas surge um conjunto de observações sobre a natureza que leva ao entendimento da complexa interação entre os seres vivos. Bem como, o efeito dos seres humanos nessas interações como agente modificador da paisagem e os efeitos globais dessas alterações na manutenção da qualidade de vida da humanidade (Kormonky; Brown, 2002; Lima, Faria, 2025; Maciel *et al.*, 2018).

Historicamente a escola é o espaço indicado para a discussão e o aprendizado de vários temas urgentes e de atualidades como resultado da sua importância na formação dos cidadãos, capacitando o alunado ao pensamento crítico e habilidades necessárias para resolver problemas reais da sociedade (Reigota, 2002; Conrado; Nunes-neto, 2014). Dessa forma, entrar em contato com as questões ambientais no ambiente escolar é importante para entender os mecanismos da natureza e as ações antrópicas referente a sua utilização. Cada vez mais, a abordagem educacional não se limita apenas aos conteúdos escolares, mas sim, busca transformar o ambiente em que o aluno está inserido, de forma que o aluno passe a integrar o processo de ensino e aprendizagem as

práticas ambientais e ao entendimento do seu contexto socioambiental rumo ao exercício de cidadania.

OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar como o Ensino de Ecologia está sendo desenvolvido em meio ao momento de atual de crise ambiental no Antropoceno.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O objetivo desta pesquisa são: 1) avaliar as tendências científicas que estão sendo produzidas dentro da temática ensino de Ecologia no Antropoceno e 2) identificar o escopo das pesquisas divulgadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na Educação Científica como Estratégia para Formação do Cidadão Socioambientalmente Responsável. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 14, n. 2, p. 77-87, 2014.
- CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The Anthropocene. *Global Change Newsletter*, v. 41, p. 17-18, 2000.
- CUNSOLO, A.; HARPER, Sherilee.; MINOR, Kelton.; HAYES, Katie.; WILLIAMS, Kimberly.; HOWARD, Courtney. Ecological grief and anxiety: the start of a healthy response to climate change? *The Lancet Planetary Health*, v. 4, n. 7, e261-e263, 2020.
- CAMPELLO, L. G. B.; LIMA, R. de D.; FERNANDES, T. F. N. U. Tutela do meio ambiente e emergência de novos princípios no Antropoceno. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, v. 13, n. 1, 2022.
- KORMONY, E. J.; BROWN, D. E. *Ecologia Humana*. São Paulo: Atheneu, 2002.
- LIMA, T. N.; FARIA, R. R. Integração entre teoria e prática no ensino de ecologia no curso de graduação em ciências biológicas. *ACTIO*, v. 10, n. 1, p. 1-17, 2025. <https://doi.org/10.3895/actio.v10n1.14801>
- MACIEL, E. A., GÜLLICH, R. I. C.; DE LIMA, D. O. Ensino de Ecologia: Concepções e Estratégias de Ensino. *Vidya*, v. 38, n. 2, p. 21-36, 2018. <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/2396>

- MCKAY, D. I. A. STAAL, A.; ABRAMS, J.; WINKELMANN, R.; SAKSCHEWSKI, B.; LORIANI, S.; FETZER, I.; CORNELL, S. E.; ROCKSTRÖM, J.; LENTON, T. M. Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science*, v. 377, n. 6611, 2022. DOI: 10.1126/science.abn7950, 2022.
- PARRY, S.; MCCARTHY, S. R.; CLARK, J. Young people's engagement with climate change issues through digital media - a content analysis. *Child and Adolescent Mental Health*, v. 27, n. 1, p. 30-38, 2022.
- PINHEIRO, S. L.; PASQUIER, F. Possibilidades de uma ética transdisciplinar frente as questões do Antropoceno. *Revista Sergipana de Educação Ambiental*, v. 10, p. 1-19, 2023.
- REIGOTA, Marcos. *A Floresta e a Escola: por uma educação ambiental pós-moderna*. São Paulo, 3ª ed, Cortez, 2002.
- SILVA, A. F. C. Pandemias, ecologia e saúde no Antropoceno: uma visão a partir da historiografia. *História ambiental*, v. 36, n. 59, p. 157-182. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.22562/2023.59.10>>. Acessado em: 12 nov. 2024.
- THE GUARDIAN. We asked 380 top climate scientists what they felt about the future. They are terrified, but determined to keep Fighting. Here's what they said. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/environment/ng-interactive/2024/may/08/hopeless-and-broken-why-the-worlds-top-climate-scientists-are-in-despair>>. Acesso em 12 nov. 2024.

ENSINO PARA O ANTROPOCENO: CONTRIBUIÇÕES DA CIÊNCIA ECOLOGIA

Resumo: O ensino de Ecologia nas escolas tem como objetivo apresentar aos alunos conceitos relacionados a interações dos organismos uns com os outros e destes com o ambiente. Além disso, a Ecologia traz o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, o que pode colaborar para um entendimento em torno da crise ambiental do nosso tempo. O objetivo desta pesquisa é apresentar por meio de bibliometria e de análise de conteúdo como a pesquisa científica no campo do ensino de Ecologia no Antropoceno está sendo desenvolvida (ano, autores, países, instituições de ensino) e o escopo dessas pesquisas. Para análise dos dados bibliométricos foi utilizada a base de dado Scopus (Elsevier), tendo como busca as palavras-chave “Education”, “Teaching” e “Anthropocene”. A análise de conteúdo foi realizada de acordo com Bardin (2011). Como resultado da busca foram observadas 96 produções científicas. Houve uma tendência de aumento das publicações a partir do ano de 2013. Na plataforma Scopus os Estados Unidos da América ocupam a primeira posição em número de publicações, são 26 no total. O Brasil, surge com menos de 5 publicações, ocupando a 8ª posição ao lado da Nova Zelândia e Noruega. A análise de conteúdo demonstrou que o escopo dos artigos estava organizado em torno de quatro categorias: 1) Formação de professores; 2) Discussões em sala de aula sobre as emergências ambientais no Antropoceno; 3) Importância de uma educação com foco no desenvolvimento sustentável; 4) Importância da prática de ensino em ambientes naturais de forma a aproximar os alunos da natureza. De maneira geral, a produção científica concorda que o Ensino de Ecologia no Antropoceno exige uma abordagem inter-transdisciplinar e conectada ao ambiente natural, de forma que o aluno possa entender seus conceitos, as leis que os determinam, mas que acima de tudo o leve a perceber-se como parte desse sistema.

Palavras-chave: Antropoceno. Crise ambiental. Ensino. Escola.

1.1. INTRODUÇÃO

No ano de 1866, o biólogo alemão Ernest Haeckel (1834-1919), propôs o uso do termo “oekologia” (palavra derivada do grego, “oikos” significa casa e “logos” significa estudo) para referir-se à ciência que estuda as relações do organismo com o meio ambiente. Já no ano de 1868, Haeckel ampliou esta definição e passou a tratar a Ecologia como o estudo da distribuição geográfica dos organismos, do conjunto das relações dos seres vivos com o mundo exterior, das mútuas relações de todos os organismos vivos que estão em um mesmo lugar e a adaptação dos seres vivos ao meio que os cerca (Acot, 1990).

A ciência Ecologia foi institucionalizada como disciplina somente no século XX. A tradução de Eugenius Warming (1841-1924), do livro “Oecology of Plants” (Warming, 1909) é o primeiro livro em inglês que traz em seu título a palavra Ecologia. A Sociedade Britânica de Ecologia e seu primeiro periódico, “Journal of Ecology”, foram fundados em 1913. A Sociedade Americana de Ecologia foi fundada em 1915, e a publicação de um dos mais renomados periódicos da área, a revista “Ecology”, foi fundada em 1920 (Lewinsohn, 2016).

No Brasil o termo Ecologia surgiu em algumas publicações a partir da década de 1920. No ano de 1940 foi formado o primeiro grupo de pesquisa em Ecologia Vegetal na Universidade de São Paulo (USP) (Ferri, 1980). No ano de 1968 com a reforma universitária brasileira foram criados licenciaturas e bacharelados em Biologia, os quais incluíam disciplinas de Ecologia (Fávero, 2006). Somente no ano de 1976 surgiram cursos de pós-graduação em Ecologia (Lewinsohn, 2016). Apesar da recente institucionalização da Ciência Ecologia no Brasil, na atualidade temos diversos cursos de graduação e pós-graduação, pesquisadores e produção científica na área.

Nas escolas brasileiras de ensino fundamental e médio a Ecologia está presente nas unidades curriculares de Ciências e de Biologia, de forma a permitir aos

alunos a compreensão das interações entre os seres vivos e entre os seres vivos e o ambiente. Com destaque para as interações que os humanos estabelecem com os outros seres vivos e os elementos não vivos do ambiente (BNCC, 2018). Dessa forma, em um espectro mais amplo, a Ecologia possibilita aos sujeitos compreender a sua relação com os ecossistemas e o questionamento quanto ao seu papel na conservação e degradação desses ambientes.

A Ecologia ao propor o estudo do meio ambiente, proporciona a possibilidade de debates e reflexões em torno da crise ambiental que estamos vivenciando. Eventos globais como enchentes, secas, tornados e ondas de calor tem sido registrado com intensidade e frequência muito além daquelas que já ocorreram (Mantovani *et al.*, 2024; Soliman, 2024; Santos de Lima *et al.*, 2024; Stríkis *et al.*, 2024; Pelissari *et al.*, 2023). Todos esses desastres ambientais são reflexo do modelo de sociedade que se relaciona com o ambiente de forma insustentável. O uso indiscriminável de combustível fóssil, o desmatamento e a fragmentação florestal e a eliminação de parte da biodiversidade tem causado alterações no clima e na manutenção dos serviços ecossistêmicos como a polinização, a ciclagem de nutrientes e a manutenção da qualidade do ar, da água e do solo (IPBES, 2019).

A crise ambiental também tem causado diversos problemas de saúde (Abbasi *et al.*, 2023) e sociais, como o deslocamento de pessoas por conta das alterações do clima, povos conhecidos como refugiados climáticos (Bellizzi *et al.*, 2023). Nesse cenário de crise ambiental, econômica, cultural, social, territorial e política, foi sugerido o termo Antropoceno (palavra derivado do grego, “anthropos” significa “humano” e “ceno” de “kainos” significa “novo” ou “recente”) para representar a era geológica contemporânea, a partir da Revolução Industrial, na qual as atividades antrópicas estão modificando a história do planeta (Galetti, 2023; Øverland, 2023).

O termo Antropoceno foi proposto no ano de 1995 pelo prêmio Nobel de Química Paul Crutzen (Crutzen; Stoermer, 2000; Campello *et al.*, 2022). Embora não exista um consenso sobre o Antropoceno representar uma nova era geológica (Ellis, 2022; Thöresson, 2021), é certo que a Terra está passando por um período de grave crise ambiental, sendo o ponto que norteia esta pesquisa. Dar significado ao ensino de Ecologia no contexto de crise ambiental do Antropoceno, proporcionando um entendimento crítico a respeito do funcionamento dos ecossistemas da Terra e do papel de cada sujeito tanto na conservação, quanto na destruição do meio ambiente, pode colaborar com a promoção de abertura da possibilidade de mudanças comportamentais frente aos problemas ambientais.

O Antropoceno é um período da história do planeta Terra marcado pela intensa atividade humana sobre os recursos naturais: água, solo, florestas, serviços ecossistêmicos. Se apresenta como uma nova época geológica e humana que se inaugurou no final do século XX e início do século XXI, marcando uma transição do Holoceno. O Holoceno foi um período de aproximadamente 11 mil anos de estabilidade ambiental que contribuiu para o desenvolvimento da humanidade (Lima; Nascimento, 2021; Viola; Basso, 2016). Em contraste, o Antropoceno é caracterizado pela progressiva perda dessa estabilidade ambiental em razão da atuação da humanidade, que se tornou o principal vetor de mudanças no sistema planetário.

Essa transformação começou com a Revolução Industrial, mas ganhou fôlego e se consolidou com o aumento exponencial da população global, do consumo per capita de recursos naturais e do uso massivo de combustíveis fósseis entre 1940 e 2000. A intensidade dos impactos humanos aumentou exponencialmente após a Revolução Industrial. As consequências dessa transformação são de magnitude nunca antes experimentada pela humanidade e envolvem a ultrapassagem dos limites planetários dos

ecossistemas, que são limites de resiliência do planeta cuja superação coloca em risco a estabilidade ambiental (Lima; Nascimento, 2021; Viola; Basso, 2016). A estabilidade do clima foi quebrada devido ao acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera, resultando na mudança do clima que pode evoluir para perigosa e, posteriormente, catastrófica, implicando no fim da civilização ou até na extinção da espécie humana se não for mitigada (IPCC, 2023).

Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é apresentar por meio de análise bibliométrica e de conteúdo como a pesquisa científica no campo do ensino de Ecologia no Antropoceno está sendo desenvolvida. Destacando o cenário de produção científica desta área do conhecimento quanto ao ano das publicações, autores, área temática, país, afiliação, tipo de documento, agência de fomento e escopo das pesquisas.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido dentro de uma abordagem quali-quantitativa. Para a análise quantitativa utilizamos a bibliometria, que é o meio de estudar e sistematizar os trabalhos de produção e comunicação científica, sendo uma ferramenta que propicia a avaliação do impacto da pesquisa. A análise bibliométrica também destaca a excelência na contribuição de autores e periódicos na adição de evidências para pesquisas futuras. Além disso é um meio de situar um país em relação ao mundo, uma instituição em relação a um país, e mesmo os cientistas individuais em relação às suas próprias comunidades (Okubo, 1997; Pahwa *et al.*, 2022).

A análise bibliométrica sobre a temática “Ensino de Ecologia no Antropoceno” foi feita a partir da produção científica encontrada na plataforma Scopus (Elsevier). A busca foi realizada com as palavras – chaves “Education”, “Teaching” e “Anthropocene”. A base de dados Scopus representa um dos mais importantes e

respeitados banco de dados internacionais, sendo amplamente utilizadas por trabalhos bibliométricos em todo o mundo (ZHU; LIU, 2020). O acesso a bases é possibilitado pela Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, mediante o Portal de Periódicos CAPES/MEC.

A busca dos termos foi para presença no título, palavras chaves e resumos. Para um melhor resultado, foi utilizado o instrumento de pesquisa booleana como AND que auxilia na busca por documentos voltados as palavras chaves citadas (“Education” AND, “Teaching” AND “Anthropocene”). As buscas ocorreram no mês de dezembro de 2024.

A partir da busca na plataforma Scopus foi realizada a coleta dos metadados das produções (ano de publicação, autores, área temática, país, afiliação, tipo de documento, agência de fomento, relevância e mais citados). Para a análise dos dados, as informações foram organizadas em planilhas e gráficos. Foram selecionadas todas as publicações desde o início da série da plataforma até o dia da coleta dos dados.

A análise qualitativa dos dados foi realizada por Análise de Conteúdo (Bardin, 2011). Para tal foram percorridos os seguintes passos: a) realização de uma leitura flutuante da produção científica; b) categorização do material com base na representatividade, homogeneidade e pertinência dos termos pesquisados e c) exploração dos dados.

1.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.2.1 Análise bibliométrica

Na plataforma Scopus foram encontradas 96 produções científicas a partir da busca feita com as palavras-chaves “Education”, “Teaching” e “Anthropocene”. De acordo com os dados obtidos, houve uma tendência de aumento das publicações a partir do ano de 2013. O ano de 2017 foi uma exceção com zero publicações. O ano de 2024 foi o mais produtivo, com 24 publicações (Figura 1).

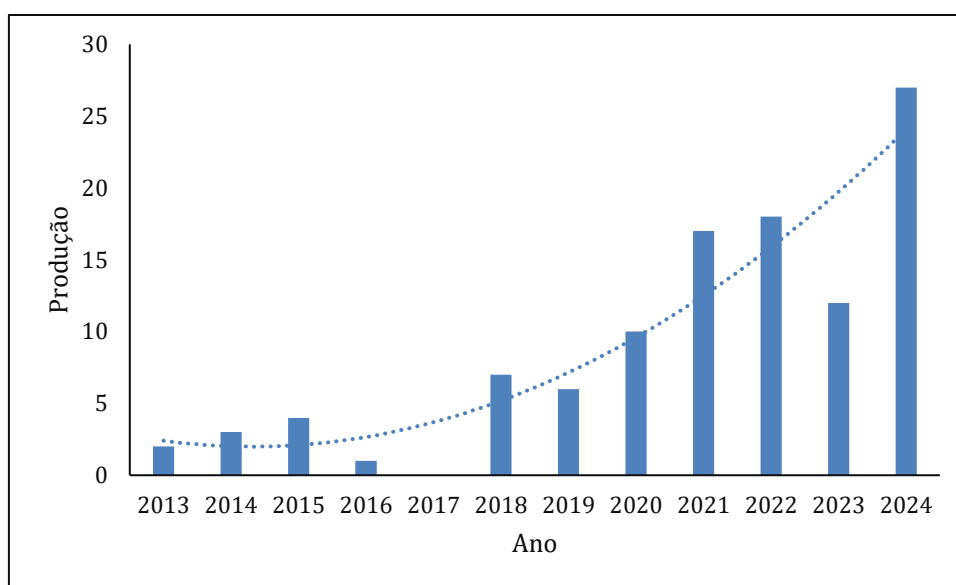


Figura 1. Amostragem das publicações no período de 2013 a 2024 na plataforma Scopus (Elsevier) sobre o tema ensino de Ecologia no Antropoceno, ao longo dos anos.

Na Figura 1, consegue-se visualizar que a partir do ano de 2018 houve um aumento acentuado nas publicações sobre ensino de Ecologia no Antropoceno. Em especial nos anos de 2021, 2022 e 2024. Nota-se que entre 2021 a 2024, já com a manifestação de eventos climáticos extremos pelo planeta, houve uma determinada constância no número de publicações. Essa correlação temporal sugere que as crescentes preocupações com as mudanças climáticas e suas consequências podem estar

impulsionando a pesquisa e a publicação sobre como ensinar sobre o meio ambiente na era do Antropoceno. Nesse sentido, o ensino de Ecologia pode colaborar no estabelecimento de relação entre a sociedade e o meio ambiente.

Foram encontrados um total de 158 autores, entre esses o pesquisador Jasper Sjöström contribuiu com quatro publicações. Os pesquisadores Paul Clucas, Rukmani Keshav, Heather E. McGregor, Greg William Misiaszek, Brainerd Prince e Merve Yavuzkaya contribuíram com duas publicações. Todos os outros autores contribuíram com apenas uma publicação.

As quatro publicações do pesquisador Jesper Sjöström são “Becoming a science teacher in the Anthropocene: scientific knowledge as ‘matters of concern’” (Yavuzkaya, Hasslöf, Sjöström, 2024), que explora as discussões de futuros professores de ciências suecos sobre seu papel no Antropoceno, focando como o conhecimento científico, especialmente o químico, se torna uma questão de preocupação. A pesquisa investiga como a introdução ao conceito do Antropoceno e aos limites ambientais do planeta desafiam esses licenciandos a repensarem a relevância do conhecimento científico e sua futura prática pedagógica. Através de análises temáticas de grupos de discussão, o estudo aponta que as emoções pessoais emergidas pelo Antropoceno e as maneiras como os futuros professores pretendem abordar o conteúdo educacional para engajar seus próprios alunos. O artigo também discute implicações para a formação de professores de ciências, sugerindo a importância de integrar perspectivas interdisciplinares para enfrentar os desafios do Antropoceno.

O segundo artigo “ChemoKnowings as Part of 21st Century Bildung and Subject Didaktik” (Yavuzkaya; Clucas; Sjöström, 2022) explora o conceito de “ChemoKnowings”, o qual se refere a conhecimentos químicos significativos para os estudantes na era do Antropoceno. Os autores argumentam que, além do conhecimento

químico tradicional, as “ChemoKnowings” envolvem dimensões incorporadas e relacionais, conectando os alunos a si mesmos e ao mundo de maneira ética. O artigo discute a importância de modelos didáticos que apoiem a transformação do conteúdo apresentado aos alunos de forma que o conhecimento químico esteja relacionado a capacidade de agir de forma ético-sócio-política em questões relacionadas ao meio ambiente. O artigo propõe um modelo didático orientado para uma visão de ensino centrada no mundo e apresenta questões para auxiliar os professores na promoção das “ChemoKnowing” em sala de aula.

O terceiro artigo do pesquisador Jesper Sjöström foi publicado em coautoria com o pesquisador Paul Clucas “Traces of Bildung in Upper Secondary Science Education: A Critical Investigation of Chemistry Teachers’ Orientation Towards Promoting Bildung in Chemistry Education” (Clucas; Sjöström, 2024). Este artigo explora como o conceito alemão de “Bildung” se manifesta nas visões e práticas de professores de química do ensino médio superior na Suécia, especialmente em relação à complexidade da ciência em uma sociedade de risco globalizada e no Antropoceno. A pesquisa investiga como uma orientação para promover “Bildung” está presente no trabalho didático dos professores, considerando também a possível influência marginalizadora de objetivos econômicos associados ao neoliberalismo na educação. Através de entrevistas com cinco professores, o estudo identificou a presença de elementos relacionados a “Bildung”, mas sem uma orientação específica nesse sentido, e revelou como fatores contextuais e implícitos, incluindo valores neoliberais internalizados, podem limitar a realização de uma práxis pedagógica voltada para a “Bildung” dos alunos. Em última análise, o estudo discute a importância de uma educação em ciências que intencionalmente guie os estudantes para sua própria “Bildung”, especialmente no contexto dos desafios ambientais e sociais globais contemporâneos.

A quarta publicação do pesquisador Jesper Sjöström é um capítulo de livro intitulado “Complex and Political Socioscientific Issues Education in the Anthropocene: Towards an Integrative Didaktik Model Driven by Transdisciplinarity, Relationality and Responsibility” (Sjöström, 2024). O texto aborda a importância de uma educação científica orientada para a justiça social, principalmente em um mundo pós-pandêmico na era do Antropoceno. Na obra é destacado também a importância da união entre teoria e prática para o desenvolvimento de atitudes que levam a reflexão ecológica.

Quanto a área temática das publicações, 44% estavam na área de Ciências Sociais, 13% na Arte e Humanidades, 10% Ciências Ambiental, o restante está dividido em outras 11 áreas (Figura 2). Quando analisamos o foco das áreas de conhecimento sobre o ensino de Ecologia no Antropoceno, nota-se um grande interesse das Ciências Sociais sobre essa temática. Por outro lado, as demais áreas de conhecimento contribuem com poucas publicações, incluindo Ciências Biológicas. Um fato contraditório, uma vez que esta área de conhecimento abriga a Ecologia, uma ciência que se debruça sobre a relação do homem com a natureza.

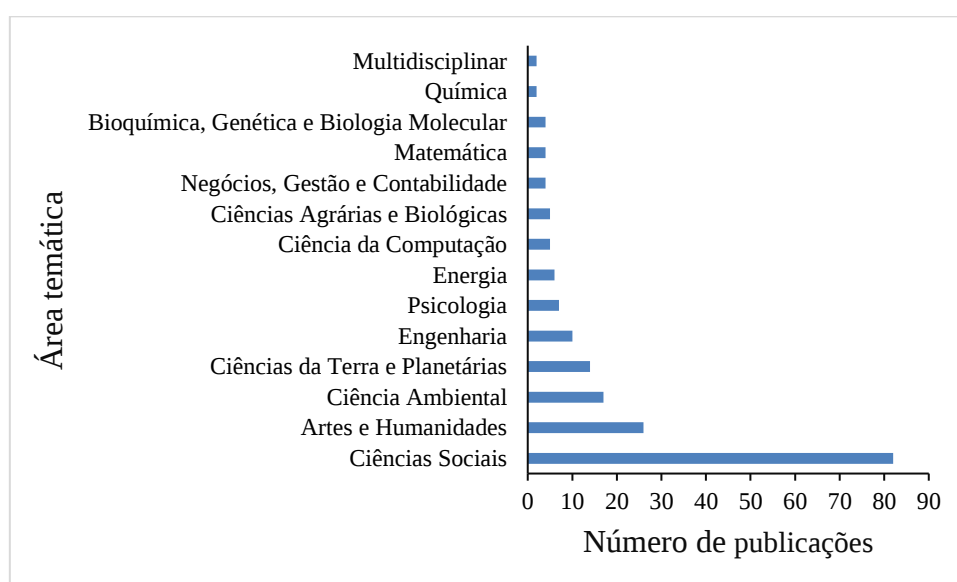


Figura 2. Amostragem das publicações no período de 2013 a 2024 na plataforma Scopus (Elsevier) sobre o ensino de Ecologia no Antropoceno, referente a área temática.

Na plataforma Scopus os Estados Unidos da América ocupam a primeira posição em número de publicações, são 26 no total (Figura 3). O Brasil, surge com menos de 5 publicações, ocupando a 9ª posição ao lado da Nova Zelândia e Noruega.

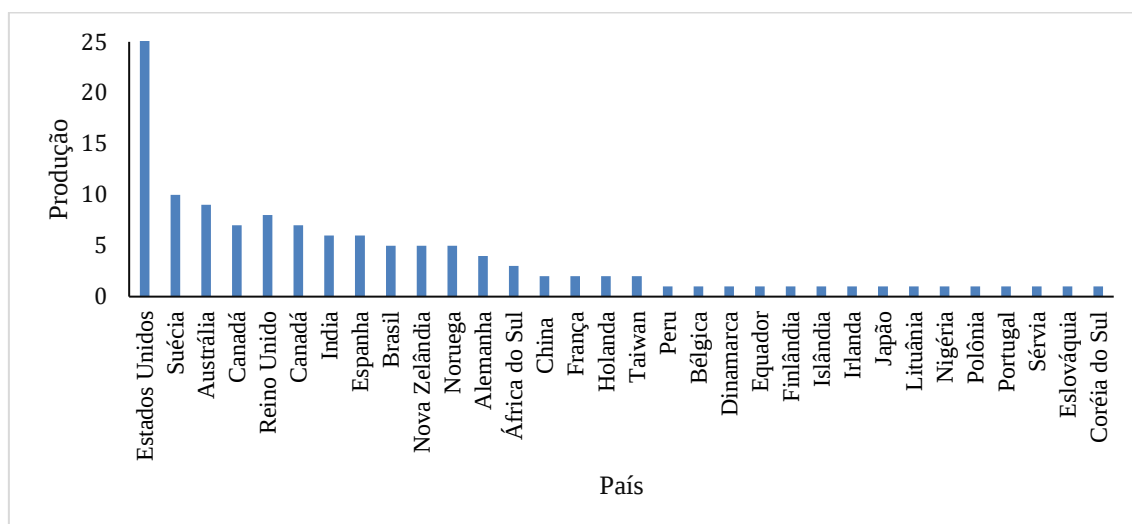


Figura 3. Distribuição das publicações no período de 2013 a 2024 por países de acordo com as buscas na plataforma Scopus, sobre o ensino de Ecologia no Antropoceno.

Entre as cinco pesquisas produzidas por brasileiros está a intitulada “Plant Alliances: companion species in teaching in the face of the Anthropocene” (Dias, 2023). O texto analisa em tempos de desastres ambientais os possíveis encontros entre Ciências Biológicas e Artes, estabelecendo uma conexão entre nós e as árvores dentro do processo de ensino e aprendizagem. A autora propõe que as plantas não sejam apresentadas como parte de uma natureza intocada e isolada dos mundos, mas intimamente imbricada aos mundos das culturas. A pesquisa foi desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Divulgação Científica e Cultural, da Universidade Estadual de Campinas.

O segundo trabalho dos pesquisadores brasileiros é o intitulado “A Problem-Based Learning Approach to Environmental Education Through a Field Trip and a Science Centre Visit” (Amado, 2022). O texto aborda o desafio dos professores da educação básica de preparar os indivíduos para um mundo em constante transformação.

O texto destaca, que nesse cenário de mudanças climáticas é preciso estabelecer estratégias de ensino e aprendizagem que permitam aos indivíduos resolver efetivamente os problemas existentes, tomar decisões racionais e participar plenamente de uma sociedade democrática. Para a autora esse sistema de aprendizagem pode ser facilitado por meio da alfabetização científica centrada na metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas. No artigo é proposto que essas atividades sejam desenvolvidas por meio da educação não formal, com visita ao ambiente natural e aos centros de Ciências. O estudo foi desenvolvido com estudantes do mestrado profissional em Ensino de Ciências e Matemática, que é ministrado em uma instituição federal do sudeste do Brasil.

A terceira publicação “Education in the anthropocene: Disinformation and power relations on environmental education” (Maruyama *et al.*, 2021), discute como combater o debate sobre Educação Ambiental no Antropoceno nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia no Brasil. Os autores propõem a criação de uma plataforma digital com diversos recursos (filmes, palestras, debates e projetos de pesquisa) como ferramenta para esclarecer conceito de “Desinformação” relacionados as questões ambientais. Além disso, a plataforma oferece material para outras pesquisas, grupos de discussão e trabalhos que desenvolvam projetos voltados à Educação no Antropoceno.

A quarta publicação de pesquisadores brasileiros “Avaliação das Estratégias Pedagógicas Utilizadas no Estado do Rio de Janeiro para o Ensino de Química, Física e Biologia no Ensino Médio Durante o Primeiro ano da Pandemia de COVID-19” (Soares *et al.*, 2021), trata das metodologias de ensino e dos impactos sociais e emocionais da pandemia do novo Coronavírus (COVID-19) no ensino. O artigo destaca que no Rio de Janeiro, na rede privada de ensino, professores de Química, Física e Biologia foram obrigados a desenvolver tarefas e habilidades digitais on-line, para as

quais não estavam preparados. O que resultou em um agravamento do cansaço e do esgotamento profissional. Já na rede federal de ensino, as aulas da educação básica foram canceladas em 2020, como política pedagógica para amenizar as desigualdades entre os alunos. Por sua vez, na rede estadual de ensino, responsável pela educação de quase 500 mil alunos no estado do Rio de Janeiro, as aulas não foram canceladas. Dentre as inúmeras abordagens adotadas pelos professores de Química, Física e Biologia da rede estadual, destaca-se a criação de videoaulas que foram transmitidas em uma emissora de televisão aberta e na TV ALERJ. Como resultado foi observada uma queda exponencial nas visualizações das videoaulas, causando uma perda da qualidade de letramento científico dos alunos do ensino médio.

O quinto artigo “The Anthropocene, the environmental education and teaching chemistry” (Miranda *et al.*, 2018), propõe uma reflexão em relação à educação ambiental e o ensino de química. Os autores destacam que no Antropoceno as complexidades planetárias devem estar nas discussões em sala de aula. Dessa forma, temas como gases de efeito estufa, aquecimento global, resíduos sólidos urbanos e plásticos, devem fazer parte de uma aprendizagem social. O foco da pesquisa foram alunos de escolas regulares e de ensino fundamental e médio do estado do Rio de Janeiro.

Quanto a afiliação dos pesquisadores na plataforma Scopus foram indicadas 134 instituições. Entre esses apenas 13 locais contribuíram com mais de 1 publicação (Figura 4). Em primeiro lugar encontra-se Malmö Universitet, a Universidade de Malmö é uma instituição pública de ensino superior na cidade de Malmö, no Sul da Suécia. Em seguida, ao lado da Deakin University está a Universidade Federal do Rio de Janeiro, com 3 contribuições cada.

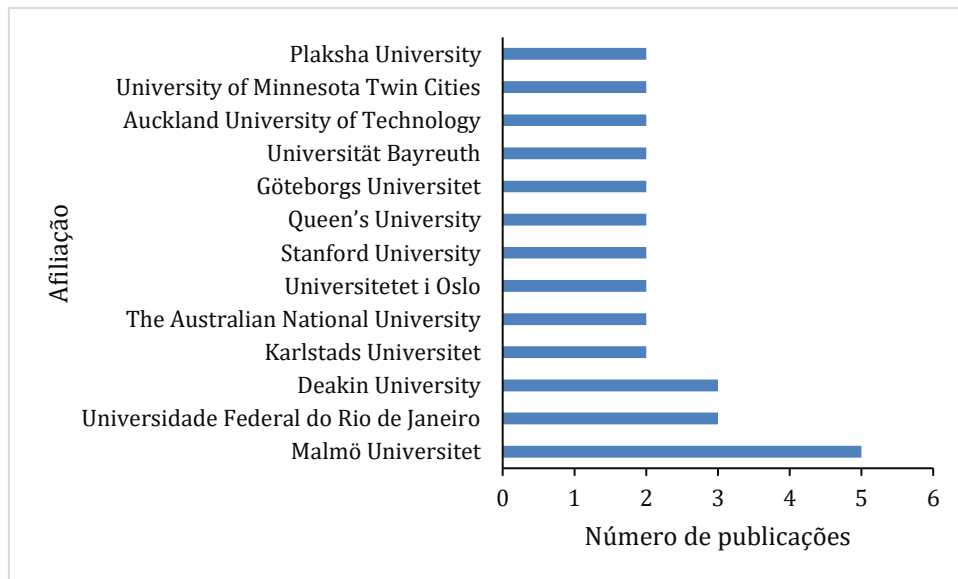


Figura 4. Relação das instituições de pesquisa de afiliação dos autores das produções da Scopus (selecionadas para visualização apenas as instituições com mais de 1 publicação).

O tipo de documentos publicados foi representado em sua maioria por artigos (63%), seguido por capítulo de livros. Entre os demais documentos estão artigos de conferência, revisão de conferência, análise, livro, editorial e observação (Figura 5).

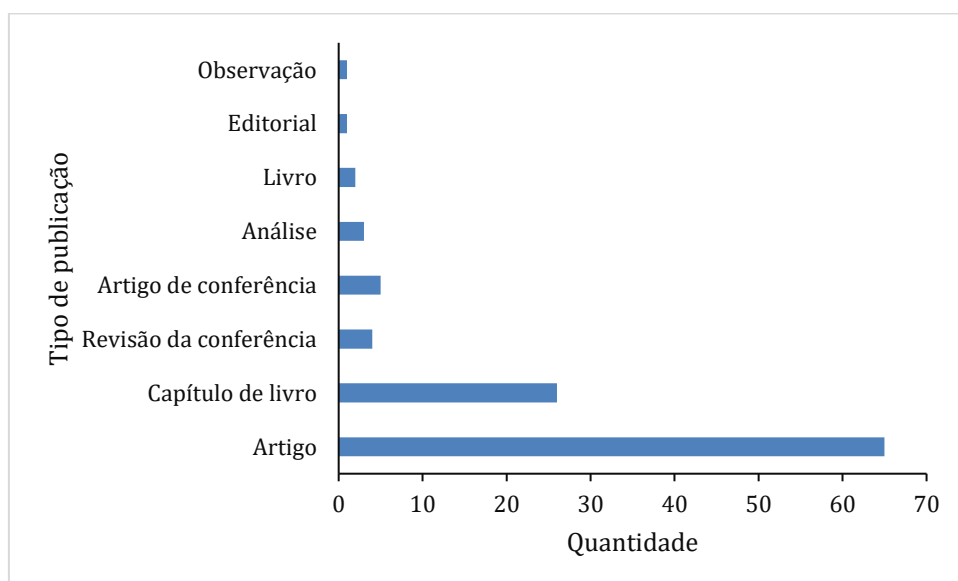


Figura 5. Tipos de documentos divulgados na base Scopus no período de 2013 a 2024, sobre o ensino de Ecologia no Antropoceno.

Um total de 32 intuições foram citadas como agência de fomento das publicações. A agência sueca Vetenskapsrådet aparece em primeiro lugar com duas contribuições. Todas as outras agências contaram com apenas 1 contribuição. Entre as agências brasileiras citadas estão o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPQ), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e a Universidade Federal do Pará (UFPA).

Em relação a relevância das publicações (aquelas classificadas pela plataforma como as que estão mais alinhadas aos termos da busca), a primeira obra apontada como mais relevante foi o capítulo de livro intitulado “Teaching for the Anthropocene: Bildung-oriented education for sustainable development in a subject-specific curriculum” (Gericke, 2022). A obra trata da importância de levar para a escola o conceito de educação para o desenvolvimento sustentável (EDS). De acordo com esse conceito, o objetivo abrangente da educação deve ser desenvolver a competência de ação dos alunos para a sustentabilidade. A ideia subjacente da EDS é começar a ensinar a partir de fenômenos complexos da vida cotidiana dos alunos, em vez das disciplinas escolares. O estudo foi desenvolvido em escolas secundárias suecas com foco em um ensino de ciências multidisciplinar que busca o entendimento dos desafios existenciais que o Antropoceno representa para a humanidade (Gericke, 2022).

A segunda publicação citada como mais relevante foi o artigo “Environmental education program in Ecuador: Theory, practice, and public policies to face global change in the anthropocene” (Benítez *et al.*, 2019). Esta obra traz como objetivo principal refletir sobre as teorias, práticas e políticas públicas desenvolvidas nas escolas equatorianas com o Programa de Educação Ambiental *Tierra de Todos*. O trabalho busca apresentar a integração do conhecimento científico com a sabedoria

ancestral, combinando uma Ecologia do conhecimento como uma metodologia de pesquisa transdisciplinar. De acordo com os autores esta abordagem promove uma consciência ambiental crítica com todos os alunos do ensino fundamental e médio que estão enfrentando os complexos desafios civilizatórios do Antropoceno. Dessa forma, esta abordagem traz a possibilidade de ensinar como sentir-pensar-agir em harmonia com os processos coevolutivos da natureza (Benítez *et al.*, 2019).

A terceira publicação mais relevante é o artigo “Outdoor Environmental Education in the Anthropocene: Beyond In/Out” (Paulsen, 2023). A obra trata da importância de uma educação crítica que considera a Terra como parte de nós e não reduzida a uma mera cena, plano de fundo ou pilha de recursos, algo que você aprende a manipular ou, visita de vez em quando. Além disso, o texto explora a Educação Ambiental ao ar livre como abordagem metodológica para aproximar os alunos da vida na Terra, dentro de uma perspectiva humanista e participativa.

Quanto ao número de citações, as publicações mais citadas foram “Strikingly educational: A childist perspective on children’s civil disobedience for climate justice” (Biswas; Mattheis, 2021), com 37 citações. O segundo artigo “Place-responsive Pedagogies in the Anthropocene: attuning with the more-than-human” (Lynch; Mannion, 2021) recebeu 25 citações. O terceiro artigo mais citado intitulado “Feeling for the Anthropocene: Placestories of living justice” (Renshaw, 2021), recebeu 19 citações.

O primeiro artigo apresentado como mais citado traz uma reflexão sobre as greves escolares que ocorreram na Austrália e na Alemanha (“#FridaysForFuture”, tradução literal dos autores “#Sexta-feirasParaOFuturo”). Nessas greves escolares as crianças são as protagonistas de uma luta pelo clima em um mundo superaquecido. O artigo sugere que caberá aos professores dessas crianças uma reflexividade pedagógica,

por meio da qual os adultos também devem ouvir e aprender com as crianças. Dessa forma, as greves escolares são apresentadas como locais políticos que destacam interdependências e vulnerabilidades diante das crises do neoliberalismo do Antropoceno, requerendo um repensar sobre os limites da participação democrática da educação. Para os autores do artigo se a educação é um farol de esperança em tempos de desespero diante da crise ambiental, então a esperança está em filosofias educacionais que têm espaço para ensino mútuo. Dessa forma, a suposição filosófica de que são os adultos que devem sempre, e necessariamente, ensinar as crianças para prepará-las para um futuro melhor teria que ser descartada (Biswas; Mattheis, 2021).

O segundo artigo mais citado reflete sobre o papel dos educadores pedagógicos diante de crises ambientais causadas por mudanças climáticas, perda de biodiversidade, insegurança alimentar, escassez de água e um desejo por maior geração de energia. Entre os resultados apresentados, os autores citam que ao educador caberá acomodar essas características de um novo mundo na pedagogia, o que exigirá diferentes abordagens para o planejamento curricular. Por exemplo, planejar currículos em aprendizagem ao ar livre, de forma a estabelecer o sujeito como parte da natureza. Ou ainda, pedagogias que envolvam novas interconexões entre os alunos, suas comunidades, pessoas, animais e lugares ao ar livre, com foco na educação ambiental e na sustentabilidade, são exemplos de ações mais do que nunca necessária no Antropoceno (Lynch; Mannion, 2021).

Por fim, o terceiro artigo mais citado, de acordo com a plataforma Scopus dentro da busca pela temática ensino de Ecologia no Antropoceno, aborda os desafios de ensinar e aprender sobre nós mesmos e a nossa relação com o ambiente neste momento de precariedade global. O artigo destaca ainda os problemas inerentes ao sistema

educacional atual e ideias de como os professores podem se envolver com os alunos como ativistas em questões que importam para eles nestes tempos precários (Renshaw, 2021).

1.2.2 Análise de Conteúdo

Após uma visão geral do que está sendo produzido no mundo dentro da temática “Ensino de Ecologia no Antropoceno”, o que ocorreu por meio das 96 publicações apontadas pela plataforma Scopus, selecionamos para a análise de conteúdo aquelas pesquisas que estavam mais alinhadas a temática do estudo. Nesse momento, foram excluídas pesquisas que tratavam do ensino feito com foco no público do ensino superior, cursos técnicos voltados para a área da saúde e de inserção no mercado de trabalho, artigos que apresentavam especulações sobre o ensino em ambientes não-formais (museu, aquário e jardim botânico) e capítulos de livro que não tinham acesso gratuito da obra integralmente. Como resultado da nossa seleção realizada após a análise dos documentos ficaram 9 artigos, os quais podem ser observados na Tabela 1, onde é apresentado os principais aspectos dessas obras.

Tabela 1. Lista das publicações coletadas nas plataformas Scopus (Elsevier) que tem como foco principal o ensino de Ecologia no Antropoceno.

Obra	Foco do estudo
Becoming a science teacher in the Anthropocene: scientific knowledge as ‘matters of concern’ (Yavuzkaya; Hasslöf; Sjöström, 2024).	Apresenta a formação de professores para atuarem nas questões ambientais emergentes do antropoceno (mudanças climáticas, desigualdades e perda de biodiversidade).
Nature-based teacher education as beyond ‘getting outside:’ relational attunement, attending to the un-noticed, and ethical responsibility (Hill <i>et al.</i> , 2024).	Apresenta a formação de professores no Antropoceno (propõe práticas pedagógicas ecológicas sobre a emergência ambiental).
Anthropocene Literacy for Science Education (Lee; Park, 2024).	Apresenta como levar o Antropoceno para a aula de ciências (propõe um currículo educacional que aborde o conteúdo científico, as questões sociais e o impacto das atividades humanas na Terra).
Environmental education program in Ecuador: Theory,	Refletir sobre as teorias, práticas e políticas públicas desenvolvidas nas escolas equatorianas

practice, and public policies to face global change in the anthropocene (Benítez <i>et al.</i> , 2019).	com o Programa de Educação Ambiental “Tierra de Todos” (ensinar sobre como sentir, pensar e agir em harmonia com os processos co-evolutivos da natureza).
Pre-school teaching for creative processes in education for sustainable development–invisible animal traces, purple hands, and an elk container (Caiman; Hedefalk; Ottander, 2021).	Discute como tratar processos de criatividade com crianças pré-escolares sobre os temas sustentabilidade e consumo.
Strikingly educational: A childist perspective on children’s civil disobedience for climate justice (Biswas; Mattheis, 2021).	Apresenta uma reflexão sobre as greves escolares que ocorreram na Austrália e na Alemanha (#FridaysForFuture). Apresenta as crianças como as protagonistas de uma luta pelo clima em um mundo superaquecido. O artigo sugere que caberá aos professores dessas crianças uma reflexividade pedagógica, por meio da qual os adultos também devem ouvir e aprender com as crianças
Ecopedagogy: Freirean teaching to disrupt socio-environmental injustices, anthropocentric dominance, and unsustainability of the Anthropocene (Misiaszek, 2022).	Aborda a “Ecopedagogia Freiriana”, destacando a importância de refletir sobre o falso senso comum que separa a violência ambiental da social e favorece o antropocentrismo, que separa os humanos do resto da Natureza.
Nature as a peace educator: Toward inner peace through learning and being in natural environments (Patel; Carlotta, 2023).	Trata da prática de ensino em ambientes naturais (sugere que a experiência de estar imerso em ambientes naturais pode levar a formas de aprender e ser, moldando o relacionamento inato das crianças com a natureza, aprendendo com e na natureza, em vez de sobre ela).
Place-responsive Pedagogies in the Anthropocene: attuning with the more-than-human (Lynch; Mannion, 2021).	Reflete sobre o papel dos educadores pedagógicos diante de crises ambientais causadas por mudanças climáticas, perda de biodiversidade, insegurança alimentar, escassez de água e um desejo por maior geração de energia. Sugere um planejamento de currículos em aprendizagem ao ar livre, de forma a estabelecer o sujeito como parte da natureza. Ou ainda, pedagogias que envolvam novas interconexões entre os alunos, suas comunidades, pessoas, animais e lugares ao ar livre, com foco na educação ambiental e na sustentabilidade.

A partir da análise de conteúdo dos artigos citados na tabela acima foi possível observar discussões em torno de quatro categorias principais: I) Formação de professores; II) Discussões em sala de aula sobre as emergências ambientais no

Antropoceno; III) Importância de uma educação com foco no desenvolvimento sustentável e IV) Importância da prática de ensino em ambientes naturais de forma a aproximar os alunos da natureza. A seguir será as contribuições das obras em cada uma das categorias apontadas.

Categoria I: Formação de professores

Na categoria formação de professores, é destacado que, para haver um enfrentamento da crise socioambiental do Antropoceno, essas discussões precisam estar inseridas na formação inicial dos cursos de licenciatura e na formação continuada dos professores (Yavuzkaya; Hasslöf; Sjöström, 2024; Hill *et al.*, 2024). Nesse sentido, essas produções apresentam reflexões e dados empíricos focados na importância de o professor participar de ações que os preparem para esses cenários de crises. Ou seja, mais do que aprender sobre os conteúdos de Ecologia, os professores precisam vivenciar práticas pedagógicas de Ecologia que os aproximem da natureza, de situações cotidianas e dos problemas socioambientais advindos da crise climática.

Por exemplo, os autores Yavuzkaya; Hasslöf; Sjöström (2024) destacam em seu artigo que, diante de um futuro incerto e cheio de crises, os novos professores deverão ser preparados para novas abordagens. As quais deverão levar em consideração, tanto as emoções pessoais, quanto o uso de conteúdos educativos que permitam aproximar os alunos de questões interessantes no Antropoceno. O artigo também destaca, que os futuros professores devem questionar o modelo de educação tradicional, buscando abordagens de ensino democráticas e não autoritárias que permitam aos alunos questionar e explorar o conhecimento em relação a seus próprios contextos, experiências, prioridades e valores.

Ainda sobre a obra de Yavuzkaya; Hasslöf; Sjöström (2024), os autores apresentam uma sequência didática para ser aplicada com estudantes de Licenciatura em Ciências na Suécia, de forma a discutir como eles veem seus futuros papéis como professores de Ciências à luz do conceito do Antropoceno. A sequência didática é apresentada da seguinte maneira: Em primeiro momento, os acadêmicos foram introduzidos ao conceito do Antropoceno por meio de uma palestra que abordou as variáveis planetárias e a aceleração das modificações ambientais, além do compartilhamento de notícias científicas acerca do Antropoceno. No segundo momento, foram realizados debates em grupos com 14 membros com duração de uma hora.

O resultado apresentado nesse debate foi que primeiramente o Antropoceno evoca emoções pessoais, despertando sentimentos como medo, preocupação e um senso de urgência em relação ao futuro, à própria vida e às próximas gerações ao visualizar o impacto humano no meio ambiente. Ou seja, incerteza e frustração com a complexidade de não saber como responder ao futuro desconhecido, especialmente frente às inferências da Ecologia. Em um segundo momento os acadêmicos viram o conhecimento de química como uma ferramenta fundamental para entender os processos ambientais em escalas micro e macro (por exemplo, emissões de carbono através dos carros afetando a atmosfera e o clima) e para tornar esses processos "questões de preocupação" na vida cotidiana. (Yavuzkaya; Hasslöf; Sjöström 2024)

No artigo “Nature-based teacher education as beyond ‘getting outside:’ relational attunement, attending to the un-noticed, and ethical responsibility”, a autora Cher Hill e colaboradores (2024) apresentam cursos de formação para professores desenvolvidos diretamente na natureza com o intuito de promover mudanças culturais na escola tradicional, ao mesmo tempo em que prepara os professores para o imenso desafio de ensinar no Antropoceno. O artigo também destaca que práticas pedagógicas ecológicas

contribuem para mudanças comportamentais dos futuros professores. Principalmente no sentido de percepção da relação do ser humano com a natureza, e para o despertar da atenção para ambientes antes despercebidos como ferramentas pedagógicas.

A obra traz uma análise aprofundada da educação de professores baseada na natureza, indo além do conceito superficial de simplesmente estar em contato com o ambiente natural. Os autores, que são professores, compartilham quatro vinhetas de suas experiências, ilustrando como o ajuste relacional e a atenção ao “não-notado” podem levar a mudanças significativas na percepção de mundo e nas formas de interagir com a Terra.

A metodologia de “Vinhetas” consiste em examinar as práticas dos educadores de professores, utilizando narrativas curtas para explorar espaços de “não-saber”, romper limites e convidar à mudança na práxis educacional. Através de um processo colaborativo de leitura e discussão de quatro vinhetas, os autores identificaram temas importantes, como sintonia relacional, atenção ao não-percebido e responsabilidade ética. A seguir a descrição das “Vinhetas” apresentadas pelos autores:

Vinheta 1: ilustra a sintonia através da comunicação com uma árvore e um encontro humano que transcende a linguagem verbal, sugerindo uma conexão em um plano de energia além das normas sociais. Vinheta 2: demonstra como a sintonia relacional e a atenção ao “sub-percebido” levam a uma compreensão da vitalidade do mundo não-humano e a uma mudança ontológica, onde os autores começam a se ver como parte da natureza. Vinheta 3: explora a atenção ao intencionalmente esquecido no aspecto cultural, neste caso a descoberta de uma lenda indígena escondida e de uma antiga prisão num parque revela como as paisagens e histórias são manipuladas para apoiar narrativas coloniais. Vinheta 4: exemplifica a modelagem de uma pedagogia relacional no ensino, desafiando a ideia de disseminação de fatos centrada no professor.

Dessa forma, ao invés de meramente apresentar informações sobre os "semelhantes" (seres da natureza), os autores convidam os alunos a se engajarem em uma investigação curiosa e interativa com rastros de animais, colocando o animal como um ser para aprender e desenvolver relacionamento, em vez de um objeto de conhecimento a ser consumido. Os autores argumentam que essa sintonia e atenção impõem demandas éticas que podem estar em desacordo com as práticas educacionais e expectativas convencionais. Assim, ao reconhecer a relacionalidade na educação, surge a responsabilidade de romper as narrativas coloniais tradicionais que abordam o ensino de maneiras não relacionais, ressignificando o conhecimento marginalizado e excluído.

O artigo conclui que as práticas pedagógicas destacadas (comunicação que excede a linguagem, reconhecimento de seres sencientes, descoberta de histórias apagadas e conhecimento relacional) podem guiar a renovação de relacionamentos e criar oportunidades para ouvir e centralizar vozes marginalizadas, tanto humanas quanto supra-humanas. Centralizar a renovação de relacionamentos nos sistemas educacionais permite escuta profunda, corporificação, parentesco, pertencimento e relações de solidariedade, abrindo caminho para a transformação educacional e ambiental.

Categoria II: Discussões em sala de aula sobre as emergências ambientais no Antropoceno

Nessa categoria estão os artigos que tratam dos temas a serem tratados em sala de aula na atual situação de emergência ambiental. O artigo "Anthropocene literacy for Science Education" (Lee; Park, 2024) aborda a importância e os desafios de ensinar o conceito do Antropoceno nas aulas de ciências, especialmente para estudantes STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). O método utilizado pelos autores é a utilização de debates e perguntas para definir aspectos da natureza da ciência, como a

construção do consenso científico, a interpretação de evidências e as diferentes perspectivas sobre o Antropoceno.

O artigo de Lee e Park (2024) propõe um currículo educacional que não apenas explica o que é o Antropoceno, mas também aprofunda suas discussões e debates em vários campos de estudo, tendo como principal objetivo a "Alfabetização do Antropoceno", o que segundo os autores está relacionado com a capacidade de compreender as ideias centrais do Antropoceno a partir de uma perspectiva multidisciplinar e de navegar pelos diversos desafios existenciais apresentados por essa época humana.

A motivação para fomentar essa Alfabetização do Antropoceno é sublinhar a escala planetária dos desafios que a Terra danificada enfrenta e compreender o processo de produção de conhecimento científico através de provocações. Os autores apresentam como metodologia a utilização de debates e perguntas para definir aspectos como a construção do consenso científico, a interpretação de evidências e as diferentes perspectivas sobre o Antropoceno.

Além disso, sugerem a abordagem das diferentes definições para o Antropoceno. Tais como o “Capitaloceno”, que atribui as mudanças na Terra ao sistema capitalista. E o termo “Plantationoceno”, que estabelece relação entre as mudanças ambientais globais aos modelos de sistemas de agricultura de larga escala. Ainda neste sentido, para introduzir o impacto humano, é sugerido a implementação do modelo de Aprendizagem Engajada (EL), com foco na identificação de problemas e discussão de soluções, ligando problemas locais a questões globais.

O segundo artigo intitulado “Environmental education program in Ecuador: Theory, practice and public policies to face global change in the Anthropocene (Benítez *et al.*, 2019) versa sobre as teorias, práticas e políticas públicas desenvolvidas

nas escolas equatorianas com o Programa de Educação Ambiental intitulado “Tierra de Todos”. O método neste estudo é transdisciplinar, do ludicismo à valorização do conhecimento ancestral, Ecologia e Metodologia de Pesquisa.

O artigo de Benítez e colaboradores (2019) aponta que em 2008, a Constituição do Equador reconheceu os Direitos da Natureza para restaurar a pegada ecológica. O Equador é o único país no mundo a estabelecer a natureza como sujeito de direito, influenciado pela visão ancestral Kichwa do “Buen Vivir” (Sumak Kawsay), que entende os seres humanos como parte integral e interdependente do ambiente social e natural.

A obra versa sobre a profunda modificação da Terra pelas ações humanas desde a Revolução Industrial, levando a um aumento substancial de gases de efeito estufa e esgotamento de combustíveis fósseis no Antropoceno. Discute o conceito de "mudança global", que envolve problemas como poluição, mudanças climáticas, uso de recursos naturais e perda de biodiversidade, e enfatiza que as soluções devem ser sistêmicas e interconectadas. Também introduz o conceito de "pegada ecológica" como um indicador biofísico que avalia a sustentabilidade, mostrando que a humanidade consome mais recursos do que o planeta pode regenerar, com uma grande assimetria entre países ricos e desfavorecidos.

O Programa “Tierra de Todos” é uma iniciativa do Ministério da Educação do Equador com uma visão biocêntrica, intercultural e transdisciplinar integrando o conhecimento científico com sabedoria ancestral combinado e ecologia de saberes com metodologia de pesquisa transdisciplinar. A coluna principal do programa é a adaptação da metodologia TiNi (Tierra de Niñas, Niños y Jóvenes – Terra de Meninas, Meninos e Jovens), originária do Peru e aprovada pela UNESCO como uma boa prática educacional. A qual colabora com a consciência ambiental no momento que coloca crianças e jovens

em contato direto com a natureza a partir de uma abordagem emocional, fortalecendo conhecimentos, habilidades, valores e autoestima para viver em harmonia com o meio ambiente.

O Programa “Tierra de Todos” consiste em três etapas: I) Implementação de metodologias pedagógicas inovadoras com abordagem afetiva, lúdica, prática, intercultural, transdisciplinar e holística; II) Fortalecimento do currículo nacional com abordagem ambiental; III) Boas práticas ambientais no sistema educacional.

Os resultados do estudo indicam que o método tem gerado múltiplos benefícios, criando um ambiente inclusivo que reforça a interação entre estudantes, professores, família e comunidade, gerando consciência ambiental coletiva e a educação como a chave para alcançar um desenvolvimento sustentável e regenerativo para o planeta Terra, não se limitando à transmissão de valores e conhecimentos, mas sendo um ato criativo e transformador.

O artigo “Pre – School teaching for creative processes in education for sustainable development – invisible animal traces, purple hands, and an elk container” (Caiman; Hedefalk; Ottander, 2021), destaca que a educação para a criatividade no ensino pré-escolar é vital para lidar com problemas de sustentabilidade, cultivando a imaginação das crianças e a capacidade de criar soluções novas, muitas vezes misturando o real e o imaginário, com o apoio e atitudes positivas dos professores. A escuta atenta dos professores foi considerada fundamental para moldar o contexto de ensino desse método.

O estudo aborda que é crucial oferecer um contexto criativo com materiais não predefinidos, que podem servir a múltiplos propósitos para as crianças interagirem. Também é destacado que as experiências anteriores das crianças desempenham um papel proeminente ao imaginar e ir além do comum. Hábitos e experiências familiares são pré-requisitos para nutrir o fluxo criativo.

Além disso, os julgamentos estéticos positivos dos professores são importantes para sustentar o processo criativo. O apoio dos professores, com confirmações e reações positivas, permite que as crianças transacionem com o ambiente sem interrupção excessiva. A metodologia deste estudo é uma perspectiva pragmática sobre a aprendizagem e a construção de sentido. A imaginação é vista como uma parte vital dos processos criativos, não como uma habilidade intrínseca, mas como um processo diário que dissolve padrões tradicionais e os transforma em algo novo, permitindo ir além das ações habituais.

O estudo enfatiza que a educação para a criatividade no ensino pré-escolar é vital para lidar com problemas de sustentabilidade, cultivando a imaginação das crianças e a capacidade de criar soluções novas, muitas vezes misturando o real e o imaginário, com o apoio e atitudes positivas dos professores. O processo mostra que dar tempo para ações convencionais em um contexto inovador pode iniciar processos criativos, sendo a composição (problema, experiências prévias, recursos conhecidos) e a improvisação (mistura de recursos em novas combinações) são atitudes significativas para alcançar uma educação sensível ao meio ambiente.

Finalizando esta categoria, o artigo “Strikingly educational: A childist perspective on children’s civil disobedience for climate justice” (Biswas; Mattheis, 2021) argumenta que as greves escolares em prol do clima – como o movimento #FridaysForFuture iniciado por Greta Thunberg não são transgressões do regimento escolar. E sim, o resultado da sensibilização das crianças em relação à saúde do meio ambiente que é negligenciada pelos adultos. Este estudo destaca ainda o protagonismo dos alunos em relação ao posicionamento político em relação às mudanças ambientais. No artigo os autores sugerem que essas ações dependem dos professores despertarem uma

reflexividade pedagógica, por meio da qual os adultos também devem ouvir e aprender com as crianças.

Os autores propõem uma leitura das greves escolares a partir de uma ótica "childist", que é uma perspectiva crítica, similar ao feminismo, emergente dos estudos da infância. No artigo é sugerido que as greves escolares funcionam como um contraponto dinâmico à educação formal. Elas proporcionam às crianças oportunidades de autoeducação e de protagonismo político, desafiando as fronteiras tradicionais da participação democrática e da educação. As greves permitem que as crianças assumam a propriedade de sua educação, questionem currículos existentes. Elas aprendem conteúdo (como sobre clima e biodiversidade), ensinam ao público e ganham conhecimento prático sobre organização democrática, protagonismo e ação política.

O artigo conclui que as greves escolares, ao destacar interdependências e vulnerabilidades no Antropoceno, exigem um repensar dos limites da participação democrática e da educação. A esperança, em tempos de clima superaquecido, reside em filosofias educacionais que abram espaço para o ensino mútuo, descartando a premissa filosófica de que são sempre e necessariamente os adultos que devem ensinar as crianças para prepará-las para um futuro melhor.

Categoria III: Importância de uma educação com foco no desenvolvimento sustentável

O artigo "Ecopedagogy: Freirean Teaching to disrupt socio – environmental injustices, anthropocentric dominance and unsustainability of the Anthropocene" (Misiaszek, 2022), versa sobre a ecopedagogia como uma abordagem educacional crucial para abordar os desafios do Antropoceno com lastro na obra do pedagogo brasileiro Paulo Freire. O estudo busca, através da perspectiva Freireana

instaurar o desenvolvimento sustentável justo, democrático e emancipador para a sociedade.

O artigo discorre sobre a necessidade de uma ecopedagogia Freireana para romper com as opressões e o domínio que caracterizam o Antropoceno, especialmente relacionado a uma pedagogia popular e crítica. O termo romper, segundo o autor consiste em terminar a educação opressora que sustenta a exploração dos Recursos Naturais da Terra e a perspectiva de domínio que o humano sobre a Natureza.

No artigo é argumentado que a “ecopedagogia” é essencial para romper com quatro ideologias falsamente ensinadas: I). Senso comum falso: o antropocentrismo, que distancia os humanos do resto da Natureza; II) Fatalismo: que extingue a esperança de acabar com os atos humanos de violência ambiental insustentável e propor a ideia que consiste na organização da sociedade em definir metas para fazer frente ao modelo vigente de exploração dos Recursos Naturais; III) Desenvolvimento: derrubar o modelo de desenvolvimento que explora os recursos naturais e instaurar o desenvolvimento justo, democrático e emancipador.

Ainda nesta perspectiva, a “ecopedagogia” se opõe à educação bancária, que é autoritária, desumanizadora, considera os alunos como objetos e silencia suas vozes, depositando conhecimento sem crítica. Buscando uma educação em que os alunos possam expandir a leitura de mundo para ler a relação Homem - Natureza, focando na inseparável conexão entre violência ambiental e social.

Categoria IV: Importância da prática de ensino em ambientes naturais de forma a aproximar os alunos da natureza

Nessa categoria estão os artigos que tratam da importância da prática de ensino em ambientes naturais de forma a aproximar os alunos da natureza: O artigo

“Nature as a peace educator: Toward inner peace through learning and being in natural environments” (Jwalin Patel; Carlotta Ehrenzeller, 2023) versa sobre exploração natureza como um espaço não formal de ensino (extra classe) como ferramenta educadora para a paz, focando-se na paz interior e no desenvolvimento de uma relação intrínseca com o ambiente natural.

O artigo propõe método a imersão em ambientes naturais buscando formas robustas de aprendizagem e existência, indo além da abordagem reducionista e modernista de transferência de conhecimento que tem caracterizado os sistemas educacionais modernos. Os autores argumentam que os sistemas educacionais modernos têm alienado as crianças da natureza, contribuindo para crises de bem-estar, equidade, justiça, conhecimento, democracia e desastres climáticos. O estudo visa reconhecer o valor intrínseco da natureza e que os humanos fazem parte dela, construindo um compromisso com o bem-estar para todos e uma responsabilidade para com a natureza e o ambiente partilhado.

A Metodologia combina dois estudos de caso etnográficos em escolas alternativas – na Índia e na Alemanha – que ativamente incorporam a natureza nos seus processos de aprendizagem para crianças de 6 a 13 anos. Os pesquisadores passaram 12 semanas em cada contexto, permitindo uma imersão profunda coletando dados através de notas de campo, interações informais e entrevistas semiestruturadas com professores e líderes escolares.

As escolas indianas (Rishi Valley School e Patha Bhavana) são escolas situadas em ambientes naturais (uma floresta e uma aldeia rural, respetivamente), com grande parte da aprendizagem que acontece ao ar livre. A escola alemã (Malaya School) é uma escola pública que utiliza a metodologia "forest-Montessori", levando as crianças para a floresta diariamente por várias horas.

Nos resultados, os pesquisadores inferiram que a natureza é considerada uma “educadora para a paz”, manifestando-se nas seguintes dimensões: I) Natureza como "Terceiro Pedagogo" – Aprendizagem na Natureza: a natureza oferece liberdade (movimento, ruído, conexão social, tomada de decisões) e impõe os seus próprios limites naturais, ensinando as crianças a assumir responsabilidades e a gerir os seus comportamentos; II) Natureza como "Educador Primário" – Aprendizagem da Natureza: a natureza não só providencia um ambiente de apoio, mas também educa crianças e professores através de fenómenos reais (chuva, árvores caídas, animais) que exigem resolução de problemas em grupo, a aprendizagem é guiada pela curiosidade natural, admiração e excitação em relação a fenómenos observados e experienciados em primeira mão; III) Natureza que Promove o Bem-Estar e a Paz Interior: professores e alunos, especialmente no contexto urbano alemão, relataram sentir-se relaxados e bem ao estarem em contacto com a floresta, descrevendo-a como "terapia" e uma fonte de "poder e energia saudáveis". Nesse contexto, A natureza é associada a calma, bem-estar e paz, com desenhos de alunos alemães representando a paz com oceanos, campos e florestas; IV) Da Relação com a Natureza: as escolas visavam desenvolver relações de cuidado e respeito com a natureza, transcendendo a noção de "salvar a natureza" para desenvolver um senso de responsabilidade para com o ambiente natural.

Nesse cenário, os autores defendem uma mudança ontológica e epistemológica onde a natureza não é apenas instrumentalizada, mas sim reconhecida pelo seu valor intrínseco para as crianças estarem e aprenderem com e da natureza, em vez de sobre ela. Reconhecem ainda que formas de aprendizagem não-antropocêntricas existem há séculos em comunidades de povos originários e que é crucial aprender com a sabedoria indígena. Em vez de apenas visitas curtas e esporádicas a locais naturais, os

autores sugerem que as escolas devem apoiar as crianças a viver e estar com a natureza como uma forma natural de vida e existência.

O artigo “Place – responsive Pedagogies in the Anthropocene: attuning with the more – than – human” (Lynch; Mannion, 2021) apresenta o aprofundamento da compreensão das pedagogias responsivas ao ambiente, à luz da nossa época geológica impactada pela atividade humana, o Antropoceno. Discute formas de a educação abordar as alterações climáticas, ensinando explicitamente através do meio ambiente (extra classe) com o objetivo de compreender e melhorar as relações do ser humano com o ambiente natural.

Os autores exploram o papel do "supra-humano" no planeamento e na execução de uma “pedagogia responsivas ao lugar”. Segundo os autores, “pedagogia responsiva ao lugar” está associada à educação em ambientes ao ar livre e a métodos de aprendizagem para a sustentabilidade. Os traços que sinalizam para a prática responsiva ao lugar incluem: estar presente no lugar e sendo parte dele; o poder das histórias e narrativas baseadas no lugar; a aprendizagem nos lugares ao ar livre; e a representação das experiências do lugar.

Segundo o artigo, “Novo Materialismo” corresponde a abordagens para a educação ambiental e para a sustentabilidade. Esta perspectiva desafia o antropocentrismo contemporâneo, as perspectivas de "conforto" e a ideia de excepcionalismo humano, argumentando ainda que pessoas, lugares e materiais estão entrelaçados e são emergentes. O Novo Materialismo vê as "entidades", como o humano e o supra-humano, não como separadas, mas como co-implicadas, superando dualismos como humano/supra-humano e natureza/cultura.

Os autores realizaram um estudo empírico para entender o papel do supra-humano no planeamento e na execução da aprendizagem ao ar livre por professores em

sala de aula na Escócia. A questão principal da pesquisa foi: "Como os elementos supra-humanos encontrados em lugares ao ar livre são aproveitados no planeamento e na execução de currículos para a aprendizagem ao ar livre?" e envolveu a metodologia de estudo de múltiplos casos (multicase study), definindo um caso a aula do professor.

Durante a caminhada ao ar livre ocorreram entrevistas (walking interviews), onde o pesquisador caminhava com os educadores nos locais de aprendizagem ao ar livre e discutia os elementos supra-humanos. Também ocorreram entrevistas com arquivos de memórias (memory-box interviews), focadas em materiais que os professores recolhiam e que estavam relacionados com o aproveitamento do supra-humano.

Os resultados indicam que as pedagogias responsivas ao lugar derivam de relações contínuas reciprocamente realizadas por todos os participantes – educadores, alunos e o supra-humano – e entre o lugar de aprendizagem e esses participantes. Estas relações compreendem: os tipos de respostas recíprocas que os educadores são capazes de ter num dado lugar; o que os alunos observam e ao que respondem; como os professores atendem às respostas dos alunos; e as formas como os componentes supra-humano são incorporadas no ensino e na aprendizagem.

O estudo conclui que a relação é uma característica central do trabalho do educador responsivo ao lugar, emergindo de um processo de "resposta-e-relação" recíproca entre elementos humanos e supra-humanos encontrados nos lugares. Isso implica que os educadores precisam desenvolver a sua capacidade de se sintonizar com as práticas sócio materiais através do tempo passado nos lugares e do trabalho com as dimensões materiais do lugar.

As descobertas sugerem que uma melhor sintonia pode melhorar as relações humano-ambiente e que ver o currículo como já interligado com o planeta é

crucial para uma educação ambiental profunda. Para o papel do professor, isso significa adotar abordagens diferentes no planejamento curricular, focando menos em resultados de aprendizagem predefinidos e mais em pressentimentos, ideias, sugestões ou indícios de interações humanas e não-humanas ao ar livre.

A partir dessa perspectiva, conclui-se que o Ensino de Ecologia deve ser compreendido não apenas como uma prática educativa sobre a natureza, mas como uma pedagogia crítica. Tal prática deve promover o engajamento ético, político e emocional dos sujeitos com o mundo natural, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes, reflexivos e ativos na construção de sociedades sustentáveis.

De forma integrada, os resultados indicam que o Ensino de Ecologia no Antropoceno deve ser concebido como uma pedagogia crítica, interdisciplinar e relacional, capaz de conectar os estudantes às problemáticas socioambientais contemporâneas por meio de experiências significativas. Esse ensino demanda o envolvimento dos professores, estudantes e comunidades, bem como a articulação entre ciência, cultura e política. Também requer que práticas inovadoras sejam registradas e divulgadas, promovendo o avanço da área mediante dados empíricos e reflexões coletivas.

1.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise bibliométrica e de conteúdo indica que a produção científica dentro da temática Ensino de Ecologia no Antropoceno encontra-se amplamente difundida entre diversos autores, instituições de ensino e países. Os estudos indicam que essa abordagem demanda uma conexão direta com o ambiente natural, de modo a possibilitar que os alunos compreendam seus conceitos, as leis que os determinam, mas acima de tudo reconheça-se como parte desse sistema. Assim sendo, destaca-se como produtivo um Ensino de Ecologia que leve em consideração abordagens interdisciplinares, críticas e contextualizadas com o cotidiano dos alunos.

Nesse mesmo sentido, as quatro categorias de artigos identificadas (Formação de professores; Discussões em sala de aula sobre as emergências ambientais no Antropoceno; Importância de uma educação com foco no desenvolvimento sustentável; Importância da prática de ensino em ambientes naturais de forma a aproximar os alunos da natureza.) revelam a necessidade de um ensino comprometido com a realidade socioambiental contemporânea. Dessa forma, torna-se essencial que professores/cientistas ao aplicarem esses modelos de aulas divulguem seus dados para a comunidade científica e escolar. Pois assim, por meio de dados empíricos, poderemos observar na prática o sucesso (ou não) do desenvolvimento dessas aulas na formação dos alunos.

Além disso, é imprescindível a inserção de um componente de educação científica que dialogue com a complexidade dos eventos naturais e os riscos expostos às sociedades. Essa abordagem deve estimular a reflexão crítica dos alunos sobre a importância das tomadas de decisão individual e coletiva, nas esferas políticas e sociais, como forma de contribuir para a construção de um ambiente socioambientalmente sustentável.

1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBASI, K. *et al.* Time to treat the climate and nature crisis as one indivisible global health emergency. *The Lancet*, v. 402, n. 10413, 1603 – 1606, 2023.
- ACOT, P. *História da Ecologia*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1990.
- AMADO, M. V. A Problem-Based Learning Approach to Environmental Education Through a Field Trip and a Science Centre Visit. In: Vasconcelos, C., Calheiros, C.S.C. (eds) *Enhancing Environmental Education Through Nature-Based Solutions*. Integrated Science, vol 4. 2022. Springer, Cham. https://doi.org.ez51.periodicos.capes.gov.br/10.1007/978-3-030-91843-9_8
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições, 2011.
- BELLIZZI, S.; POPESCU, C.; PANU NAPODANO, C. M.; FIAMMA M.; CEGOLON L.; Global health, climate change, and migration: The need for recognition of “climate refugees”. *Journal Global Health*, v. 13, n. 03011, 2023.
- BENÍTEZ, F. F.; PAREDES, M. E. R.; COLLADO-RUANO, J.; TERÁN, E. F. H.; IBARRA, G. D.L. Environmental education program in Ecuador: Theory, practice, and public policies to face global change in the anthropocene. *Ensaio*, v. 27, n. 105, p. 859-880, 2019.
- BISWAS, T.; MATTHEIS, N. Strikingly educational: A childist perspective on children’s civil disobedience for climate justice. *Educational Philosophy and Theory*, v. 54, n. 2. p. 145-157, 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: Ciências da Natureza*. Brasília: MEC, 2018.
- CAIMAN, C., HEDEFALK, M.; OTTANDER, C. Pre-school teaching for creative processes in education for sustainable development – invisible animal traces, purple hands, and an elk container. *Environmental Education Research*, v. 28, n. 3, p. 457-475, 2021. <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.2012130>
- CAMPELLO, L. G. B.; LIMA, R. D.; FERNANDES, T. F. N. U. Tutela do meio ambiente e emergência de novos princípios no Antropoceno. *Revista Catalana de Dret Ambiental, Catalunya*, v. 13, n. 1, p. 1-39. 2022.
- CLUCAS, P; SJÖSTRÖM, J. Traces of Bildung in Upper Secondary Science Education: A Critical Investigation of Chemistry Teachers’ Orientation Towards Promoting Bildung in Chemistry Education. *Science & Education*, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00510-6>
- CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The Anthropocene. *Global Change Newsletter*, v. 41, p. 17-18, 2000.
- DIAS, S. O. Plant Alliances: companion species in teaching in the face of the Anthropocene. *Educação e Realidade*, v. 48, e125011, 2023.
- ELLIS, E. *Anthropocene: A Very Short Introduction*. Oxford: University Press, 2022.
- FÁVERO, M. L. A. A Universidade no Brasil: das origens à Reforma Universitária de 1968. *Educar*, 28: 17-36, 2006.
- FERRI, M. G. *História da ecologia no Brasil*. Vol. 2, pp. 307-340, in: FERRI, M.G.; MOTOYAMA, S. (eds.). *História das ciências no Brasil*. São Paulo: E.P.U./EDUSP, 1980.
- GALETTI, M. Um naturalista no Antropoceno: Um biólogo em busca do selvagem. São Paulo: UNESP, 2023.
- GERICKE, N. Teaching for the Anthropocene: Bildung-oriented education for sustainable development in a subject-specific curriculum, pp. 53-69. In: *Bildung, Knowledge, and Global Challenges in Education Didaktik and Curriculum in the Anthropocene Era*. KROGH, E.; QVORTRUP, A.; GRAF, S. T. (eds.). Abingdon: Routledge, 2022.

- HILL C. M.; ROSEHART, P.; ORDONS, R. D.; AILEEN, C.; BLENKINSOP, S. Nature-based teacher education as beyond ‘getting outside:’ relational attunement, attending to the un-noticed, and ethical responsibility. *Teacher Development*, v. 29, n. 2, p. 269-287, 2024. <https://doi.org/10.1080/13664530.2024.2383748>
- IPBES. Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. UN-IPBES, 2019. Disponível em: <<https://ipbes.net/>>. Acesso 13 nov. 2024.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023. DOI: <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Acesso em: 30 mar. 2025.
- LEE, S.; PARK, B. S. Anthropocene Literacy for Science Education. *Science & Education*, 2024.
- LEWINSOHN, T. M. Primórdios da ciência ecológica no Brasil colonial e imperial. *Filosofia e História da Biologia*, v. 11, n. 2, p. 347-381, 2016.
- LIMA, Nathan Willig; NASCIMENTO, Matheus Monteiro. (2021), "Aterrando no Sul: uma proposta político-epistemológica para a área de educação em ciências do Antropoceno". *Ciência & Educação*, v. 27, e21041. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210041>
- LYNCH, J.; MANNION, G. Place-responsive Pedagogies in the Anthropocene: attuning with the more-than-human. *Environmental Education Research*, v. 27, n. 6, p. 864-878, 2021.
- MANTOVANI, José; ALCÂNTARA, Enner; PAMPUCH, Luana Albertani; BAIÃO, Cheila Flávia de Praga; BAIÃO, Praga; EDUARDO, Parque; CUSTÓDIO, Maria de SOUZA; G. L. F.; BORTOLOZO. C. Assessing flood risks in the Taquari-Antas Basin (Southeast Brazil) during the September 2023 extreme rainfall surge. *Natural Hazards*, Pequim, v. 1, n. 9, p. 1-15, 2024.
- MARUYAMA, U.; ISSBERNER, L.; MOTTA, W.; MACIEL, S. D. Education in the Anthropocene: Disinformation and power relations on environmental education. In 2nd South American International Conference on Industrial Engineering and Operations Management 2021. <https://doi.org/10.46254/SA02.20210113>.
- MIRANDA, J. L.; DE OLIVEIRA DA SILVA, F. G.; DE ALMEIDA, C. D.; GERPE, R. The Anthropocene, the environmental education and teaching chemistry. *Revista Virtual de Química*, v. 10, n. 6, p. 1990-2004, 2018.
- MISIASZEK, G. W. Ecopedagogy: Freirean teaching to disrupt socio-environmental injustices, anthropocentric dominance, and unsustainability of the Anthropocene. *Educational Philosophy and Theory*, v. 55, n. 11, p. 1253-1267, 2022. <https://doi.org/10.1080/00131857.2022.2130044>
- OKUBO, Y. Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, n. 01, 1997.
- ØVERLAND, Erij. Sustainability and futures, moving beyond. *The Natural» and «The Artificial»*. *Futures*, v. 147, 103102, 2023.
- PAHWA, B.; GOYAL, SARVESH.; CHAURASIA, B. Understanding anterior communicating artery aneurysms: A bibliometric analysis of top 100 most cited articles. *Journal of Cerebrovascular and Endovascular Neurosurgery*, v. 24, n. 4, p. 325-334, 2022. <https://doi.org/10.7461/jcen.2022.E2022.01.001>
- PATEL, J.; EHRENZELLER, C. Nature as a peace educator: Toward inner peace through learning and being in natural environments. *The Journal of Environmental*

- Education, v. 54, n. 5, p. 294-305, 2023.
<https://doi.org/10.1080/00958964.2023.2261389>
- PAULSEN, M. Outdoor Environmental Education in the Anthropocene: Beyond In/Out. *International Explorations in Outdoor and Environmental Education*, v. 12, p. 95-108, 2023.
- PELISSARI, T. D. *et al.* Dynamics of major environmental disasters involving fire in the Brazilian Pantanal. *Scientific Reports - Nature*, Londres, v. 13, n. 21669, 2023.
- RENSHAW, P. D. Feeling for the Anthropocene: Placestories of living justice. *Australian Educational Researcher*, v. 48, n. 1, p. 1-21, 2021.
- SANTOS, L.; Letícia; SILVA, F. E. O.; ANASTÁCIO, P. R. D.; KOLANSKI, M. M. P.; PEREIRA, A. C. P.; MENEZES, M. S. R.; CUNHA, E.; MACEDO, M.; Severe droughts reduce river navigability and isolate communities in the Brazilian Amazon. *Commun Earth Environ*, Londres, v. 5, n. 370, 2024.
- SJÖSTRÖM, J. Complex and Political Socioscientific Issues Education in the Anthropocene: Towards an Integrative Didaktik Model Driven by Transdisciplinarity, Relationality and Responsibility. In: *Contemporary Trends and Issues in Science Education*, v. 62, p. 29-54, p. 2024.
- SOARES, R.; MELLO, M. C. S.; MARGALHO, M. G.; ROCHA, A. S.; SILVA, C. M.; ARBILLA, G. Avaliação das Estratégias Pedagógicas Utilizadas no Estado do Rio de Janeiro para o Ensino de Química, Física e Biologia no Ensino Médio Durante o Primeiro ano da Pandemia de COVID-19. *Revista Virtual de Química*, v. 13, n. 6, p. 1404-1413, 2021. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20210073>
- SOLIMAN, A. Extreme heat is a huge killer-these local approaches can keep people safe. As the threat of deadly heatwaves rises, scientists are working with cities to introduce low-tech cooling features to protect citizens. *Nature News*, 2024. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/d41586-024-02705-x>>. Acesso em 13 nov. 2024.
- STRÍKIS, N. M. *et al.* Modern anthropogenic drought in Central Brazil unprecedented during last 700 years. *Nature*, Londres, v. 15, n. 1728, 2024.
- THÖRESSON, S. The Anthropocene: An Intersectional Critique. *Uncovering Narratives and Forming New Subjects in a Time of Environmental Change*. Linköping: University. 2021.
- VIOLA, Eduardo; BASSO, Larissa. (2016), "O SISTEMA INTERNACIONAL NO ANTROPOCENO". *REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS SOCIAIS*, 31 (92): 2-18. DOI: 10.17666/319201/2016.
- WARMING, E. *Oecology of plants: an introduction to the study of plant-communities*. Trad. Isaac Bayley Balfour, Percy Groom. Oxford: Clarendon Press, 1909.
- YAVUZKAYA, M.; CLUCAS, P.; SJÖSTRÖM, J. ChemoKnowings as Part of 21st Century Bildung and Subject Didaktik. *Frontiers in Education*, 7:869156, 2022. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.869156>
- YAVUZKAYA, M.; HASSLÖF, H.; SJÖSTRÖM, J. Becoming a science teacher in the Anthropocene: scientific knowledge as ‘matters of concern.’ *International Journal of Science Education*, p. 1-21, 2024. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2367174>
- ZHU, J.; LIU, W. A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, v. 123, p. 321-335, 2020.