



Temas ambientais sugeridos por graduandos e professores: uma análise a partir dos elementos da complexidade e da criticidade¹

Fernanda Carvalho²

Universidade Federal do ABC (UFABC)

<https://orcid.org/0000-0001-8481-5626>

Giselle Watanabe³

Universidade Federal do ABC (UFABC)

<https://orcid.org/0000-0002-2839-0341>

Resumo: As mudanças vivenciadas nos últimos anos no campo social e as incertezas nas áreas ambientais trouxeram para a escola a necessidade de repensar um ensino capaz de incorporar discussões sobre as ações no meio para planejar o futuro. Neste artigo identifica-se um tema ambiental sugerido por estudantes de graduação e docentes da educação básica para então investigar as ideias dos participantes, delimitadas por alguns parâmetros que definem a construção do conhecimento com viés da complexidade e da criticidade (a partir dos preceitos da Abordagem Temática). Metodologicamente, os dados foram coletados através da produção escrita dos participantes e analisados tomando como referência os pressupostos da Análise do Conteúdo. Dos resultados, o fenômeno do aquecimento global é o tema indicado como relevante para ser estudado na educação básica, em especial quando é capaz de incorporar as questões científicas, sociais, econômicas e culturais.

Palavras-chave: Ensino de ciência. Criticidade. Questões socioambientais. Complexidade. Abordagem Temática.

Temática ambiental propuesta por estudiantes y docentes: un análisis a partir de los elementos de complejidad y criticidad

Resumen: Los cambios vividos en los últimos años en el campo social y las incertidumbres en áreas ambientales han traído a las escuelas la necesidad de repensar una enseñanza capaz de incorporar debates sobre acciones en el medio ambiente para planificar el futuro. Este artículo identifica una temática ambiental sugerida por estudiantes de grado y docentes de educación básica con el fin de indagar en las ideas de los participantes, delimitada por algunos parámetros que definen la construcción del conocimiento con sesgo hacia la complejidad y criticidad (basada en los preceptos del Enfoque Temático). Metodológicamente, los datos fueron recolectados a través de la producción escrita de los

¹ Recebido em: 01/04/2024. Aprovado em: 08/03/2025.

² Possui graduação em Licenciatura em Física pelo Instituto Federal de Tecnologia de São Paulo - IFSP (2012). Mestrado em Ensino e História das Ciências e da Matemática pelo programa de pós-graduação stricto sensu da Universidade Federal do ABC - UFABC (2016) e doutorado em Ensino e História das Ciências e da Matemática pelo programa de pós-graduação stricto sensu da Universidade Federal do ABC - UFABC (2024). Email: carvalho.fernanda@ufabc.edu.br

³ Possui graduação em Licenciatura em Física pela Universidade de São Paulo (USP) (2003), mestrado em Interunidades em Ensino de Ciências pela USP (2008) e doutorado em Interunidades em Ensino de Ciências pela USP (2012). Pós doutora pela Universidad de Sevilla/ES (2014) e pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo, com visita técnica na Universitat Autònoma de Barcelona/ES e Universidad de Sevilla/ES (2019). É professora do Centro de Ciências Naturais e Humanas da Universidade Federal do ABC. Email: giselle.watanabe@ufabc.edu.br

participantes y analizados tomando como referencia los presupuestos del Análisis de Contenido. A partir de los resultados, el fenómeno del calentamiento global es el tema señalado como relevante a estudiar en la educación básica, especialmente cuando sea capaz de incorporar cuestiones científicas, sociales, económicas y culturales.

Palabras-clave: Enseñanza de las ciencias. Criticidad. Cuestiones socioambientales. Complejidad. Enfoque temático.

Environmental themes suggested by undergraduates and teachers: an analysis based on the elements of complexity and criticality

Abstract: The changes experienced in recent years in the social field and the uncertainties in environmental areas have brought to schools the need to rethink teaching methods capable of incorporating discussions about actions in the environment to plan for the future. This article identifies an environmental theme suggested by undergraduate students and basic education teachers and then investigates the ideas of the participants, delimited by some parameters that define the construction of knowledge with a bias towards complexity and criticality (based on the precepts of the Thematic Approach). Methodologically, the data were collected through the written production of the participants and analyzed taking as a reference the assumptions of Content Analysis. From the results, the phenomenon of global warming is the theme indicated as relevant to be studied in basic education, especially when it is capable of incorporating scientific, social, economic and cultural issues.

Keywords: Science teaching. Criticality. Socio-environmental issues. Complexity. Thematic Approach.

INTRODUÇÃO

As mudanças enfrentadas pela escola nesses últimos anos, em especial à reorganização das aulas em formato remoto devido a pandemia do vírus da Covid-19 e à flexibilização do currículo com os itinerários formativos do Novo Ensino Médio, sinalizam que os conhecimentos escolares vão além do conteúdo conceitual discutido na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017) e nas propostas estaduais; e indicam certa preocupação com as questões contemporâneas, como as de natureza socioambiental. De certo modo, tal preocupação se limita a uma abordagem simplificadora e reducionista.

Morin (2007) argumenta que uma abordagem simplificadora pode promover a inteligência cega dentro de um sistema de ideias, teorias, ideologias etc. Essa cegueira está ligada ao desenvolvimento de uma visão unidimensional, abstrata e neutra, que incapacita o sujeito de compreender o problema, reduzindo do complexo ao simples. Nesse sentido, torna-se importante pensar no desenvolvimento de um conhecimento integrado às outras formas de conhecimento, como o político, social, socioambiental, cultural e econômico, possibilitando uma formação capaz de atuar e interagir no seu próprio espaço (García, 2004). Assim, a Educação Ambiental (EA) na perspectiva da complexidade e criticidade configura-se como um espaço de reflexões dialogadas com ações sociais, culturais, econômicas e políticas.

Diante desse cenário, parece necessário promover uma educação embasada em princípios e atitudes que visam o bem estar social, histórico e cultural; e um ensino que mostra a importância de compreender as crises ambientais e os riscos diante dos argumentos negacionistas sobre o clima, por exemplo. Isso nos leva a uma educação na perspectiva crítica e complexa (Watanabe; Kawamura, 2014) que pode trazer uma reflexão acerca da forma de agir e lidar com as ameaças e os riscos presentes na Era Antropoceno (Veiga, 2022) ou em um mundo que está se metamorfoseando, como destaca Beck (2018, 2010).

Há portanto a necessidade de se repensar sobre a forma de lidar (ensinar e aprender) os problemas socioambientais, não os tratando apenas como uma proposta pontual. É preciso buscar construir um pensamento mais aberto em que valores éticos, sociais, culturais, econômicos etc. estejam presentes. Demanda, por um lado, propor um ensino de ciências sob a perspectiva da complexidade (Barelli *et al.*, 2022; García, 1998, 2004; Morin, 2021), reconhecendo a realidade como um sistema dinâmico e múltiplo; e por outro, um ensino sob a perspectiva da criticidade (Costa e Loureiro, 2024; Loureiro, 2008; Delizoicov; Angotti e Pernambuco, 2011; Delizoicov, 2001; Angotti, 1993)

Em outras palavras, é necessário desenvolver um entendimento na escola que inclua problemas globais, tal como defende Morin (2021) quando aborda o conceito de pensamento complexo; e que se preocupa com os sistemas dinâmicos que apresentam um comportamento macroscópico mutável e difícil de prever, tal como destaca Mitchell (2009). Em estudos anteriores (Watanabe, Kawamura, 2020; Watanabe *et al.*, 2022) salientamos a importância de abarcar a complexidade considerando ao menos três espaços, a saber: Dimensão Educacional (DE), Dimensão Ensino-aprendizagem (DEA) e Dimensão Epistemológica (DEp).

Essas Dimensões são fundamentais se desejamos formar sujeitos que sejam capazes de lidar com a realidade complexa em que vivemos. No caso da DEA, tem-se a preocupação com o espaço da sala de aula, em que García (1998, 2004) defende o uso dos metatextos e uma abordagem mais dinâmica, contextualizada e com interconexões entre os fatores locais e globais. Para o autor, a formação do sujeito está atrelada à capacidade de tomar decisões e compreender as relações estabelecidas entre o homem e a natureza, logo, a educação para a complexidade requer um ensino que incorpore um conjunto de reflexões e estratégias capazes de posicionar o sujeito como protagonista na

construção do conhecimento escolar, discussões e ações que podem levar às mudanças pontuais e neutras de pensamentos para uma visão de mundo que permeia uma sociedade dinâmica.

Para esse ensino, também será necessário compreender as transformações na sociedade e suas influências na construção de um ensino contextualizado e contemporâneo, que busque outras formas de reorganizar o conhecimento escolar. Essa perspectiva vai ao encontro da perspectiva da criticidade, aqui delimitada pelos pressupostos da *Abordagem Temática* (AT) (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011), que rompe com a uniformidade conceitual tratada nos currículos tradicionais, dando espaço para os trabalhos com temas, pautado em abordagens e interações da realidade do sujeito. Delizoicov; Angotti e Pernambuco (2011, p. 189) argumentam que a perspectiva curricular da ATD é baseada em temas, “(...) com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema”. Assim, a AT busca promover o posicionamento e a conscientização da formação de um sujeito diante de um problema, o que vai ao encontro das ideias de Morin (2007) ao abordar aspectos do pensamento complexo. Além disso, a preocupação com a realidade do sujeito (Freire, 2005; Almeida *et al.*, 2021) traz à tona aproximação com aspectos da desigualdade social ambiental, dando ao trabalho em sala de aula a possibilidade de se aproximar do papel do sujeito na tomada de decisões locais e globais.

Cabe destacar que a escolha pelas questões de natureza socioambiental se dá pela possibilidade de trabalho escolar de forma mais aberta e menos linearizada. Tais questões estão embasadas na interação dos elementos da realidade do sujeito, nas ameaças e riscos presentes na sociedade; e na forma de lidar e reconhecer o sistema em contínua transformação. Elas favorecem a interação entre conhecimentos científicos, sociais, culturais e cotidianos e contribuem para a construção da autonomia do estudante, tal como salienta a obra de García (1998, 2004), Rodríguez; Fernández-Arroyo e García (2013) e Guerrero-Fernandez *et al.* (2021).

Para promover uma formação nessa perspectiva, do nosso ponto de vista, um primeiro passo é refletir sobre as questões socioambientais que devem ser abordadas nas escolas para então pensar nas ações que podem mobilizar professores e estudantes a mudarem seus posicionamentos. Quando transformado em um problema de pesquisa, trata-se de investigar o que os futuros e atuais professores veem como importante

ensinar na escola básica quando o assunto é ambiente. Tal preocupação vai desde a escolha do tema até a forma de tratá-los em sala de aula. Diante disso, o objetivo desse artigo é analisar as ideias dos participantes sobre o tema ambiental a ser estudado na escola básica, delimitadas por alguns parâmetros que definem a construção do conhecimento com viés da complexidade e da criticidade (a partir dos preceitos da AT). Como orientadores da perspectiva da complexidade e da criticidade, tomamos García, (1998, 2004), Rodríguez; Fernández-Arroyo; García (2013), Delizoicov; Angotti; Pernambuco (2011), Halmenschlager (2014) e Morin (2020; 2021). Tais autores se mostram essenciais para compreender as inter-relações, entre o homem e o ambiente; e uma formação a partir de temas abertos e dinâmicos para um mundo em transformação. Os dados da pesquisa foram coletados através da produção escrita de graduandos da Universidade Federal do ABC e professores da educação básica que participaram do curso de extensão Educação, Sociedade e Ambiente, na mesma universidade.

DESENVOLVIMENTO

Tratar as questões ambientais na educação básica pode ser uma ferramenta na mudança de pensamento e de atitudes na relação entre homem e natureza; entretanto, tais abordagens devem ir além de reflexões pontuais e estratégias predefinidas como, por exemplo, plantio de árvores, economia da água, reciclagem de latinhas de alumínio, etc. Para isso, (i) aspectos da complexidade (García, 2004; Rodríguez; Fernández-Arroyo; García, 2013; Barelli *et al.*, 2022; Morin, 2021) e da (ii) criticidade por meio da AT (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011; Halmenschlager, 2014), mostram-se essenciais para compreender as inter-relações entre o homem e o ambiente.

Para (i), García (1998; 2004) destaca que uma Educação Ambiental (EA) trabalhada de forma fragmentada torna-se insuficiente, em especial, porque o enfoque está associado a uma abordagem estritamente antropocêntrica, em que se considera o ambiente como um recurso. Destaca ainda que quando o professor dá enfoque sobre o meio, a EA conduz a um posicionamento que envolve o cuidado e melhoria do ambiente. Ele salienta que trabalhar os problemas socioambientais separados, seja dando enfoque antropocêntrico ou somente sobre o meio ambiente, pode-se dificultar a reflexão e a ação devido a desconexão que se estabelece com o todo. O autor argumenta que a ciência desenvolvida no contexto escolar pode contribuir para que os indivíduos

interpretem ou lidem com os problemas abertos e complexos que lhes surgem em seu meio e enfatiza que a solução não é isolar um conteúdo (ou a escola).

A EA nesta perspectiva está em consonância com elementos que caracterizam a Educação Ambiental Crítica (EAC), a qual traz em seu cerne preocupações como a forma de agir e lidar com o meio em transformação, tal como evidencia Costa e Loureiro (2024). A EAC deve ser reconhecida como um instrumento de resistência e transformação social na formação de sujeitos. Loureiro (2008) e Guimarães (2008) discutem a importância de compreender a relação entre meio ambiente e sociedade de maneira interdisciplinar e emancipatória, desconstruindo a visão de uma educação conservacionista, ou seja, uma visão na qual o homem precisa se afastar da natureza para conservá-la; ou da educação ambientalista (García, 2004), que foca na atitude certa ou errada do sujeito.

Quanto à construção do conhecimento escolar complexificado (García, 1998; 2004; Rodríguez; Fernández-Arroyo e García, 2013; Pérez *et al.*, 2023), ele traz ênfase nos sistemas abertos, dinâmico e complexo. Watanabe e Kawamura (2014, 2020) vão ao encontro dessas ideias, defendendo que a formação básica deve proporcionar que o sujeito se posicione frente às questões nas quais as incertezas e riscos estão presentes. As autoras consideraram que a partir de temas abertos é possível promover reflexões e relações entre outras esferas do conhecimento, construindo posicionamentos baseados na criticidade, reflexividade e complexidade. Segundo elas,

O desenvolvimento da complexidade no contexto da DEA (Dimensão Ensino-Aprendizagem) implica no tratamento de um assunto na escola pelo viés temático, longe da linearidade dos currículos tradicionais. Busca-se um processo de desenvolvimento dos assuntos em sala de aula que seja dinâmico, dando a liberdade para os(as) docentes alterarem suas propostas conforme suas realidades (Watanabe; Kawamura, 2020, p. 435)

A construção do conhecimento escolar, segundo essa perspectiva, deve ser um processo social, baseado na interação, valores éticos, culturais, políticos e econômicos, complexificando as discussões ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Morin (2007), ao tratar da complexidade, faz uma analogia com um tecido para discutir o todo e suas partes, que se apresenta como um entrelaçado, emaranhado, desordenado, incerto. O autor aponta que a complexidade estabelece uma relação antagônica, substituindo o paradigma da simplificação, da redução, da unidimensionalização por um pensamento de relações e incerteza. Barelli *et al.* (2022) explicita a importância de sair de um ensino embasado na *polarização* que visa ações determinadas, bem estabelecidas e com

resultado previsto; para uma educação que discute os problemas com viés do certo-incerto e aceita a existência de um espectro de possibilidades diante de um sistema vivo.

Desta forma, a complexidade não nos permite limitar a reprodução de informações, mas mediar de forma contextualizada as reflexões acerca das questões socioambientais com outras áreas do conhecimento. No contexto escolar, a educação na perspectiva da complexidade deve assumir a condição de complementaridade e integrar diferentes conhecimentos em distintas perspectivas de ideias, teorias, ideologias etc. Essas condições, por sua vez, levam a uma reorganização do saber, que rompe com o pensamento simples buscando atingir o pensamento complexo (Morin, 2007).

Diante das colocações anteriores, parece fundamental olhar para a organização do currículo incorporando as questões socioambientais, tomando como relevantes para o contexto social do estudante. Nesse sentido, a importância da criticidade indicados também nos estudos da AT (ii) contribui para a construção de um conhecimento pautado em temas contemporâneos e próximos da realidade dos sujeitos. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) argumentam sobre a importância das rupturas que os estudantes precisam realizar durante a construção do conhecimento. Eles defendem que trabalhar com temas dá mais efetividade ao processo de ensino e de aprendizagem. Ainda neste contexto, destaca-se a defesa de Freire (2005) em trabalhar com um Tema Gerador, que, por sua vez, considera as relações vivenciadas, socialmente e culturalmente pelos indivíduos daquele contexto escolar. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) salientam a necessidade de reorganizar o currículo, sendo necessária uma ruptura na estrutura mediante ao um trabalho que inclui situações e conceitos significativos para os estudantes. Segundo os autores,

Trata-se, então, de articular, na programação e no planejamento, temas e conceitos científicos, sendo os temas, e não os conceitos, o ponto de partida para a elaboração do programa, que deve garantir a inclusão da conceituação a que se quer chegar para a compreensão científica dos temas pelo aluno (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011, p. 273).

Inserir novos elementos ou reflexões ao currículo escolar podem conduzir a construção do conhecimento escolar pautado na natureza conceitual e na natureza contextual (Halmenschlager; Delizoicov, 2017). Para Halmenschlager e Delizoicov (2017) a natureza conceitual está atrelada aos conteúdos e conceitos do currículo das

ciências; já a natureza contextual, estão relacionados a outros conhecimentos como as discussões tecnológicas, geopolíticas, questões ambientais, sociais etc. Para a autora,

A natureza conceitual contempla aspectos relacionados, exclusivamente, com a conceituação científica, sendo a temática expressa a partir de determinado conceito ou de articulações entre diferentes conceitos. Temas de natureza contextual, por sua vez, estão relacionados com fenômenos naturais ou tecnológicos e situações representativas de determinado contexto, sem, no entanto, abarcar questões sociais e políticas, de modo explícito. (Halmenschlager, 2014, p. 136).

Na AT, a criticidade é um elemento essencial para a formação do sujeito. Requer considerar que o estudante seja capaz de lidar com seu meio de forma a se posicionar frente às demandas que a vida impõe. Freire (2005) destaca que a criticidade refere-se à capacidade de questionar, refletir e analisar a realidade de forma autônoma e consciente, permitindo que o indivíduo seja capaz de transformá-la com base em seu contexto social e histórico.

O diálogo entre a criticidade/AT e aspectos da complexidade perpassa a construção que deve ir além da distinção entre problemas científicos e cotidianos; requer buscar questões, soluções e organizar as ideias a partir da mudança dos pensamentos. Requer ainda estabelecer alguns níveis de aprendizagem dos sujeitos, partindo de um pensamento simples para outro mais complexo, tal como defende Garcia (1998). Implica tanto na reformulação dos problemas no contexto escolar quanto na forma de entender e analisar a aprendizagem dos estudantes no processo de construção de um determinado conteúdo (García, 1998, 2004). A construção do conhecimento escolar pode se organizar a partir das estratégias de ensino que consideram os níveis de transição e os níveis de formulação⁴ (Rodríguez; Fernández-Arroyo; García, 2013).

A mudança e discussão na área da educação e ensino requer incorporar um diálogo que incorpore aspectos da criticidade/AT de forma a repensar a formação escolar, organizada a partir de temas abertos e dinâmicos para um mundo em transformação. Angotti (1993) traz uma discussão do romper do currículo fragmentado no processo de ensino e aprendizagem nas escolas, propondo a construção do conhecimento escolar em uma perspectiva totalizadora articulada entre os conhecimentos científicos e tecnológicos, fazendo uso dos conceitos unificadores

⁴ Segundo os autores, os Níveis de Formulação e Níveis de Transição - são interdependentes, havendo uma relação estreita entre eles: os Níveis de Formulação, estabelecido pelo docente, são os níveis de conhecimento que os estudantes podem alcançar ao estudar um determinado tema ou conceito e os Níveis de Transição têm uma natureza flexível, pois reconhecem a diversidade dos argumentos encontrados pelos estudantes ao longo do desenvolvimento do conhecimento escolar.

(articulam as transformações, regularidades, energia e escala). Muenchen (2006) enfatiza que a investigação temática deve ser um processo de interação constante que se auto-alimenta, a partir das condições locais dos sujeitos em formação, dos professores e dos representantes da comunidade investigada.

De acordo com os autores da AT, a abordagem de temas não se limita na estruturação dos assuntos ou conteúdos, mas dá ênfase aos conceitos científicos como meio para a compreensão de um tema, problematizando em torno de um olhar crítico do mundo. Assim, consideram uma formação crítica em que o sujeito esteja conectado com os problemas socioambientais e tenha a percepções sobre o objeto de estudo, dando ênfase em um ensino pautado em uma abordagem que requer uma mediação ativa, instigadora e que mobilize os estudantes por meio de uma problematização inicial. Isso significa buscar uma formação crítica de modo que o sujeito possa analisar e intervir nos problemas locais e globais considerando os aspectos éticos e os valores através de um ensino contextualizado.

Outro aspecto que conecta as perspectivas da complexidade e criticidade/AT refere-se à construção de um conhecimento escolar integrado a outras esferas do conhecimento em um cenário dinâmico (García, 1998, 2004). Nessa linha, o trabalho com temas pode abrir espaço para identificar e contemplar uma visão de mundo mais complexa e aberta, em que ganham espaço as questões sociais, culturais e os problemas locais do entorno da escola (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011). Ambas perspectivas reconhecem que o Ensino de Ciências, em especial por apresentar espaço para discussão de questões ambientais, pode contribuir para organizar as relações entre o conhecimento e a realidade vivida.

O Quadro 1 apresenta os principais aspectos que podem ser incorporados nas aulas considerando os elementos dos referenciais teóricos deste artigo. Tanto a perspectiva da complexidade, quanto da criticidade/AT convergem na discussão de repensar em abordagens curriculares e ações em sala de aula.

Quadro 1: Alguns aspectos do referencial teórico.

Aspectos da complexidade	Aspectos da criticidade/AT
<ul style="list-style-type: none"> ●Conhecimento escolar escolar complexificado; ●Superação da fragmentação e simplificação; ●Mudança do pensamento simples ao complexo; ●Problemas dinâmicos e abertos; ●Incorporação de diferentes formas de conhecimento; ●Níveis de transição e de formulação; ●Função social da escola; ●Superação da fragmentação; ●Diálogo entre o conhecimento escolar e aspectos do cotidiano do estudante. 	<ul style="list-style-type: none"> ●Reorientação curricular pautada em temas; ●Problematização da realidade; ●Rompimento de uma educação tradicional fragmentada; ●Ensino contextualizado; ●Criticidade; ●Proposição de conceitos científicos subordinados ao tema; ●Formação de um sujeito crítico; ●Natureza conceitual e natureza contextual. ●Diálogo entre as diferentes esferas do conhecimento/ disciplina.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024)

Os aspectos da criticidade/AT quando alinhados à perspectiva da complexidade trazem reflexões da necessidade de um ensino pautado no posicionamento e conscientização dos estudantes diante de um problema, o que vai ao encontro do objetivo deste artigo. Vale ressaltar que trabalhar com tema diante dos aspectos de complexidade implica ir além de selecionar e organizar os conhecimentos, mas necessita integrar as incertezas e os riscos encontrados no sistema, abordando as questões de forma dinâmica e aberta. Morin (2020) argumenta que “isso revela mais uma vez a insuficiência do modo de conhecimento que nos foi inculcado, que nos faz separar o que é inseparável e reduzir a um único elemento aquilo que é ao mesmo tempo uno e diverso” (Morin, 2020, p. 6).

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A coleta de dados se deu através da análise da produção escrita dos participantes, a partir da questão: “Na sua opinião, quais as principais questões ou problemas ambientais que a escola básica atual deveria abordar nas aulas de ciências?”. Em um segundo momento foram identificados os espaços curriculares nos quais o tema se adaptaria no currículo da educação básica do ponto de vista dos participantes, perguntando-se: “Para cada um dos problemas ou questões ambientais indicados, mencione os conceitos que serão tratados”. A amostra dos dados consiste em respostas de 27 estudantes de graduação que participaram da disciplina de Física do Meio

Ambiente (FMA) e de 16 docentes da educação básica que participaram do curso de extensão Educação, Sociedade e Ambiente (ESA), ambos ministrados na Universidade Federal do ABC (UFABC). A disciplina FMA tem como objetivo discutir as questões ambientais do ponto de vista das Ciências Naturais - Física, com foco em assuntos sobre balanço de fluxos, caracterização e intervenção humana; Física da Hidrosfera; Física da Biosfera e Formação para a sustentabilidade. O curso de extensão ESA foi dado de forma semipresencial, com duração de 30 horas e teve como objetivo introduzir os professores na reflexão sobre as relações entre educação e meio ambiente, visando o aprofundamento de conceitos, práticas tecnológicas (podcast) e debates sobre o papel da escola frente aos problemas socioambientais.

Vale ressaltar que esse trabalho é um recorte de uma tese de doutorado que buscou investigar a articulação entre o ensino de Ciências, aspectos da complexidade e a questão socioambiental através de uma proposta de aulas que será produzida em cima do resultado deste artigo. A questão de pesquisa do doutorado investigou, no contexto do ensino médio público, elementos nos argumentos dos alunos que podem contribuir para a reconstrução dos níveis de formulação (Rodríguez; Fernández-Arroyo; García (2013).

Assim, a escolha desses participantes se deu pela relevância social e educacional que ambos têm no processo de ensino: os estudantes de graduação, representando os valores democráticos, críticos e produtivos da área acadêmica; e os docentes, imersos no contexto escolar, compreendem as relações reflexivas e ativa com o mundo físico, cultural e social dos estudantes. Assim o interesse por esse grupo de participantes justifica-se pelo fato de que suas atuações estão ligadas diretamente às práticas pedagógicas, vivências e experiências alinhadas aos objetivos desta pesquisa. Vale ressaltar, que a pesquisa foi submetida ao comitê⁵ de ética no sistema da plataforma Brasil para defender os interesses dos participantes, sua integridade durante o desenvolvimento e a construção da pesquisa dentro dos padrões éticos.

Como forma de organizar a apresentação dos dados, num primeiro momento, identifica os temas socioambientais e os conceitos científicos escolares que os estudantes de graduação e professores da educação básica acreditam ser importante para discussão no contexto escolar. Em um segundo momento, analisa a partir das respostas

⁵ Comitê de ética e pesquisas (CEP) da Universidade vinculada, conforme segue: CAAE 69067823.1.0000.5594.

dos participantes que escolheram os temas mais citados, quais as relações e os parâmetros que definem a construção do conhecimento com viés a complexidade aproximando-se do Quadro 1. No Apêndice 1, ao final deste artigo, apresenta-se uma tabela com os dados coletados nesta pesquisa. Na primeira coluna contém as informações sobre a formação dos participantes; na coluna 2 a identificação dos sujeitos da pesquisa a partir do sistema alfanumérico A1, A2, (...) An para os estudantes de graduação e P1, P2, (...) Pn para os professores da educação básica; na terceira coluna encontram-se as respostas dos participantes quanto aos temas ambientais fundamentais para discussão em sala de aula.

Para análise dos dados, tomou-se a Análise de Conteúdo (Bardin, 1977) que envolve questões abertas aos participantes. Assim, as respostas foram transcritas na íntegra, palavra por palavra, elencando os temas e ideias mencionados junto a frequência de certos temas ou conceitos. Para Bardin (1977) “a análise de conteúdo trabalha a palavra, quer dizer, a prática da língua realizada pelos emissores identificáveis” (Bardin, 1977, p. 43). Assim, a análise do conteúdo pode ser considerada como uma técnica para interpretar o conteúdo da entrevista/mensagem.

ANÁLISE E DISCUSSÃO

Sobre os temas mais indicados pelos graduandos, destacam-se: aquecimento global (AG) com cerca de 34% da totalidade das respostas, desmatamento e efeito estufa com 18%, queimadas e reciclagens foram os temas menos mencionados, representando 3% e 7%, respectivamente. Quanto aos temas abordados pelos docentes da educação básica destacam-se o desmatamento com 37%, reciclagem com 25%, e AG com 18% das respostas. Os temas menos mencionados por esses participantes foram as queimadas e descartes de materiais representando 3% e 12%, respectivamente. Nesta amostra observa-se ainda temas que se destacaram somente para os grupos específicos. Por exemplo, nas respostas dos graduandos os temas como saneamento, escassez de água e produção demasiadas de recursos naturais apareceram. Já para os docentes, os assuntos sobre agrotóxicos, saúde e enchentes fizeram parte dos temas mencionados. Vale ressaltar que os participantes de ambos os grupos possuem uma formação heterogênea, como observada no Apêndice 1, o que pode justificar as distintas respostas para a mesma questão investigativa.

Como forma de organizar os resultados, a Figura 1 traz os temas destacados em uma nuvem de palavras que agrupa os assuntos socioambientais graficamente em função da sua frequência. Assim, as palavras que tiverem maior destaque (tamanho das letras) equivalem à percentagem quanto à frequência escrita pelos participantes.

Figura 1: Temas indicados pelos graduandos e professores participantes.



Fonte: Figura criada pelas autoras⁶ (2023)

Quanto às justificativas dadas, observa-se que o tema AG foi o mais comentado e considerado fundamental para ser discutido em sala de aula. Segundo os participantes P04 e A20 a abordagem desse tema torna-se importante, pois está ligado ao cotidiano do sujeito. Para P04: “o tema sobre aquecimento global deveria ser trabalhado na educação básica, pois se trata de assunto polêmico abordado nos últimos momentos do Brasil”. Para A20: “Por ser uma questão global, atual e que interfere diretamente o meio ambiente e aqueles inseridos”. Já P09 traz a importância de discutir o AG na sala de aula transitando entre as disciplinas “(...) um trabalho interdisciplinar entre as áreas de humanas e ciências da natureza teria um avanço na formação dos alunos; trazer debates sobre o homem e seu local de habitação e a manutenção do sistema, sendo essencial a vida e as espécies”. O A19 aborda uma visão da ciência para essa discussão, destacando que “É necessário discutir como os pesquisadores conseguem determinar se existe ou não um aquecimento global, para que os alunos confiem nos resultados”.

⁶ Nuvem de palavras criada na em uma plataforma grátis (wordclouds.com)

Quanto aos temas menos indicados, o P16 destaca que “a questão atual muito presente é o uso de agrotóxicos e impactos que provoca a curto e longo prazo nos ecossistemas”. Para P08 importa mais estudar a qualidade de vida, voltada à saúde. Para ele, esse tema deve incorporar os “conceitos que envolvem a inserção do cidadão como atuante no ambiente e refletor dos hábitos alimentares”. O A03 volta-se para uma reflexão sobre a produção demasiada, argumentando que “acredito ser importante conscientizar as pessoas no ensino básico para que cresçam com a mentalidade de conviver em harmonia com o meio ambiente e não apenas explorá-lo”.

Quanto aos conceitos científicos escolares necessários para tratar temas socioambientais na escola, os graduandos apontam: termodinâmica, equilíbrio termodinâmico, estudos dos gases, temperatura e seus impactos; ondas eletromagnéticas, índices sociais e econômicos, aspectos geográficos, conceitos de coletas de resíduos e tipos de poluição. Quanto aos conceitos científicos escolares abordados pelos professores da educação básica aparecem: ecologia, geopolítica, ciclo da água, termodinâmica, transformação e fluxo de energia, agroecologia, cadeia alimentar, elementos químicos; gases; materiais e propriedades; reação química; ciclo do carbono, conceito de epidemiologia, alteração de propriedades físico/química do solo, sensação térmica, reflexão, refração e radiação.

Nesse levantamento é possível analisar a diversidade dos conceitos que servem de referência para a construção de um conhecimento voltado para a EA. Nota-se que esses conceitos estão atrelados aos interesses dos sujeitos da pesquisa, sejam influenciados por seus distintos espaços de atuação e campos de formação. Foi possível identificar os conceitos mais abertos e gerais, ou seja, que procuram integrar as outras formas de conhecimento, como por exemplo: interferência humana; custo do processo e tecnologia; impactos e eventos climáticos; interação humana com a fauna-flora; problemas de saúde; sustentabilidade e consumo de recursos.

A partir desses resultados mais gerais e tomando as respostas dadas à questão 2 (Para cada um dos problemas ou questões ambientais indicados, mencione os conceitos que serão tratados), os participantes da pesquisa trouxeram ideias divergentes quando consideramos os conceitos, a saber: aqueles que defendem uma visão mais educacional, com discussões no contexto escolar; e aqueles que se pautam em uma perspectiva social e cultural, se referindo as transformações do meio ambiente e às pesquisas e dados científicos. Como forma de organizar esse momento, os discursos dos participantes

foram analisados de acordo com o grupo de estudantes de graduação e professores, buscando identificar termos capazes de representar as suas compreensões acerca dos aspectos da complexidade e criticidade/ AT.

Quanto ao grupo de estudantes de graduação, A7 e A9 argumentaram sobre a presença constante dos temas ambientais nos meios de comunicação, tornando-se fundamental a abordagem sobre AG em sala de aula para compreender e fundamentar tais discussões abordadas pelas mídias. A7 exemplifica que “são temas em discussão na sociedade e por isso a importância de tratá-los na escola, para que o senso comum dê lugar a dados e informação”. Para A9 “São temas que desde cedo vemos em vários meios de comunicação e que devemos assimilar para crescemos cidadãos conscientes e ativos dentro de nosso papel de transformar o meio ambiente”. Esses participantes têm uma preocupação com as questões educacionais e sociais ao mencionar a inserção do tema no espaço curricular e consequentemente seu reflexo na formação e atitude do sujeito no meio. Tem, ainda como pano de fundo, preocupação com aquilo que advém da mídia.

Os A19 e A20 trazem uma reflexão quanto aos dados científicos sobre a existência do AG, justificando a importância de tal discussão para compreender esse fenômeno. A19 argumenta que “É necessário se discutir como os pesquisadores conseguem determinar se existe ou não AG para os alunos confiarem nos resultados, para que assim tenham noção de que males seriam evitados caso a humanidade se engaje para evitá-lo”. Desta forma, a questão científica torna-se ponto principal para o A19 quando afirma sobre a importância de discutir os dados coletados por cientistas e as questões culturais atreladas às relações entre a ação humana e o meio ambiente ao longo dos anos.

Watanabe e Kawamura (2014, 2020) reforçam essa perspectiva ao argumentar que a formação, na educação básica, deve possibilitar que os sujeitos se posicionem diante de questões marcadas por incertezas e riscos diante dos dados científicos, permitindo que os estudantes compreendam a ciência não como um conjunto fechado de verdades absolutas, mas como um processo contínuo de investigação. García (2004) e Morin (2007) convergem para essa perspectiva ao discutir a complexidade do conhecimento científico, comparando-o a um tecido emaranhado de relações, onde a incerteza e a interconexão entre os saberes são elementos essenciais para a compreensão da realidade.

A20 traz, de forma tímida, a questão educacional, com a colocação sobre como essa discussão pode ser construída no contexto escolar, explicitando que: “é uma questão multidisciplinar que pode ser abordada em diferentes matérias de forma interativa e lúdica”. A estratégia argumentada por ele foi ponte para seu posicionamento sobre as questões científicas e sociais diante do tema AG na educação básica: “Por ser tratar de uma questão global, atual e que interfere diretamente o meio ambiente, usaria dados científicos para tratar sobre o assunto, em especial, medições de temperatura ao longo dos anos e estudos com previsões futuras que podem afetar fauna, flora e nosso modo de vida”. Assim, a participante propõe uma discussão sobre os processos de medidas e consequentemente suas incertezas.

Quanto ao grupo de professores, representado por um universo homogêneo na área de formação voltados para Ciências Humanas, ele trouxe distintas respostas e concepções de abordagem. No caso de P7 as discussões em sala de aula estão relacionadas com a investigação do passado para compreender o futuro do meio ambiente. Para ele, “Todos os temas ambientais têm discussão direta com o futuro dos alunos”, ressaltando que “As discussões em sala de aula têm a ver com mostrar o passado e o que o futuro, cheio de destruição ambiental, pode causar para o planeta”. Assim, a questão histórica torna-se fundamental para compreender o passado e entender os ciclos dos acontecimentos ambientais, permitindo que o futuro do planeta e sujeitos possam ser diferentes.

P9 traz uma discussão que articula as questões sociais, argumentando que “ (...) trazer debates sobre o homem e seu local de habitação ou a manutenção do sistema essencial a vida e as especiais, teria um avanço na formação e informação dos alunos”. Ele complementa afirmando que discutir AG nas aulas contribui para compreender que a “degradação dos meios está relacionado diretamente com a sustentação da vida”. Nota-se que seu posicionamento também está voltado para as questões culturais quando menciona a preservação do meio. Em uma compreensão que também remete a questão histórica, cultural e social, P12 defende que os temas ambientais devem ser tratados de acordo com interesses sociais dos estudantes, afirmando que “Os temas aqui abordados estão relacionados com a vida dos meus alunos, principalmente aqueles que residem em áreas mananciais”, ele complementa argumentando que “os pontos abordados em sala de aula devem ser trabalhados com ações e metodologias que envolva o aluno e ultrapassa os muros da escola”. Assim, para ele torna-se fundamental que a educação vá

além da sala de aula, é preciso inserir os jovens em um contexto de ensino que se desenvolvam e estabeleçam seus próprios valores, concepções e atitudes diante dos problemas ambientais.

Uma primeira aproximação a esses dois grupos nos mostra que os graduando estão mais preocupados em abordar questões educacionais e científicas quando comparadas às questões sociais e culturais; já os professores, a questão histórica foi incluída. Nos dois grupos há preocupação em articular aspectos da ciência, da cultura e da sociedade a fim de transformar isso tudo em estudos sobre o ambiente na escola. Ideias que são contempladas pela perspectiva da complexidade, ao defender as inserções de diferentes olhares para explicar um problema. Especificamente ao tratar das questões sociais, estão apontando para a necessidade de trazer os problemas da realidade dos sujeitos, tal como defende Freire (2005), reforçando a importância da criticidade na educação, e Morin (2021) ao defender a necessidade de um pensamento complexo capaz de integrar diferentes olhares para explorar os problemas ambientais

Além disso, a abordagem crítica defendida por Costa e Loureiro (2024) contribui para repensar em uma formação que o sujeito seja capaz de compreender e intervir na realidade socioambiental de maneira interdisciplinar e emancipatória, desconstruindo visões conservacionistas (Loureiro, 2008; Guimarães, 2008). Dessa forma, a necessidade de integrar ciência, cultura, sociedade e meio ambiente no ensino dialoga com o entendimento de que a educação deve ser um instrumento de resistência e transformação social.

Quando analisamos as respostas do ponto de vista dos *aspectos da complexidade* há necessidade de se compreender a natureza do conhecimento escolar, sendo ele gerado e enriquecido pelo conhecimento cotidiano (García, 1998), essa perspectiva demanda a incorporação de elementos dos meios de comunicação, redes sociais ou problemas locais que pode contribuir para um posicionamento dos estudantes frente às questões socioambientais. Nesse sentido, a construção do conhecimento escolar complexificado (García, 1998; 2004; Rodríguez; Fernández-Arroyo e García, 2013; Pérez *et al.*, 2023) enfatiza os sistemas abertos, dinâmicos e interconectados, promovendo um ensino que considera as incertezas e a imprevisibilidade inerentes aos fenômenos sociais e naturais. Watanabe e Kawamura (2014, 2020) reforçam essa ideia ao defenderem que a formação básica deve possibilitar ao sujeito se posicionar diante de questões permeadas por incertezas e riscos, estimulando reflexões a partir de temas abertos e interdisciplinares.

Morin (2007) complementa essa visão ao descrever a complexidade como um tecido entrelaçado, que rompe com o paradigma da simplificação e propõe um pensamento baseado em relações e incertezas. García (2004) salienta que a conscientização e responsabilidade são princípios básicos de uma educação para a complexidade e que a construção do conhecimento escolar deve ser um processo social, baseado na interação do sujeito com o meio, atrelado aos seus valores éticos e culturais. Logo, ao trabalhar com a temática AG em sala de aula há de se mediar de forma contextualizada e crítica o contexto a ser estudado, não se limitando à reprodução de informações ou atitudes pré-estabelecidas (plantar árvores, economizar água, reciclar etc.). Discutir os aspectos da complexidade considerando o AG é abranger as relações e interferências (homem e natureza) do sistema; é compreender as unidades (questões sociais e culturais) que integram esse fenômeno; e é dar condições para que os estudantes possam repensar suas atitudes e posicionamentos.

García (1998, 2004) ressalta ainda as questões ambientais construídas nas aulas de ciências trazem algumas limitações quando são tratadas de forma pontual ou fragmentada, gerando uma visão reducionista ou soluções simplistas diante de um problema tão complexo e dinâmico. Trabalhar com as questões ambientais sem abordar discussões de outras instâncias do conhecimento pode conduzir a ideia de que os problemas ambientais são pontuais e que não fazem parte de um sistema como todo. Essa abordagem recai para a reflexão de pensamento simplificador (Morin, 2007) que leva a uma visão reducionista, classificadora e unilinear dos eventos.

Nesse sentido, a construção do conhecimento escolar complexificado estabelece uma relação que substitui o paradigma da redução, da disjunção, da unidimensionalização por um paradigma que é apresentado como um entrelaçado, emaranhado e um tecido. Neste caso, os participantes ao apontar para a necessidade de discutir aspectos culturais, sociais e históricos salientam uma perspectiva mais complexa. Em suma, trata-se de olhar o todo e as partes (Morin, 2021) e de buscar o pensamento complexo, saindo do simples, tal como evidencia García (2004).

Desta forma, uma formação que vai ao encontro dessas ideias incorpora ainda *aspectos da criticidade/AT*. Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) existe uma relação entre a construção do conhecimento e a realidade do sujeito. Olhar o contexto da escola é um fator fundamental para repensar a ação humana frente às questões sociais, históricas e culturais, atribuindo significado, posicionamentos mais críticos e ação para

transformar seu próprio meio. Delizoicov *et al.* (2011) argumenta que o ponto fundamental ao trabalhar com temas na sala de aula é construí-los a partir dos interesses da comunidade, onde o estudante sinta a necessidade da investigação de outros conhecimentos para suas discussões ou para enfrentar problemas e situações não vivenciadas.

Neste sentido, as abordagens sobre AG indicadas pelos participantes indica a necessidade de articulação com outras áreas do conhecimento (física, química, biologia, história, geografia etc), sendo construídas com base na investigação e ações dos sujeitos durante o percurso, considerando a natureza conceitual, que é a temática trabalhada junto com os conteúdos dos componentes curriculares e a natureza contextual, quando o tema é desenvolvido levando em consideração o contexto (questões sociais, históricas e culturais) que o estudante está inserido, tal como destaca Halmenschlager (2014). Trabalhar com um tema socioambiental não deve ser interpretado pelos educadores como uma sequência de conteúdos ou conceitos a serem desenvolvidos rigorosamente nas aulas. Mas, uma maneira de reconstruir o currículo, dando espaço para que essa aprendizagem possa contribuir para o desenvolvimento das competências e habilidades da educação básica, promovendo uma formação crítica e próxima dos problemas reais dos sujeitos (Freire, 2005). Muenchen (2006) enfatiza que a investigação temática deve ser um processo de interação constante que se auto-alimenta, a partir das condições locais dos sujeitos em formação, dos professores e dos representantes da comunidade investigada, pois por meio da investigação temática, obtêm-se os Temas Geradores.

Nessa perspectiva, a forma de repensar e atuar no meio pode superar uma visão de mundo isolada. Parte-se, portanto, de uma visão articulada com a realidade, embasada pelas questões educacionais, científicas, sociais, históricas e culturais. No contexto da complexidade, diríamos que se trata de sair do pensamento simples para um outro complexo e de levar para os debates escolares as incertezas e os riscos nos quais estamos envolvidos. Isso implica em olhar para uma outra perspectiva científica, a da complexidade.

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES

A análise realizada neste trabalho trouxe alguns elementos importantes acerca do trabalho com os temas socioambientais, do ponto de vista de graduandos da UFABC e

dos professores da educação básica que fizeram parte da investigação. Dos resultados referentes às colocações dos estudantes de graduação, observa-se que a maioria está centrada na discussão sobre o AG, efeito estufa e desmatamento; já a dos docentes indicam temas como o desmatamento, a reciclagem e o AG. Nota-se que há preocupação dos participantes em trazer para a escola uma reflexão próxima da realidade atual dos estudantes, tal como alerta tanto os referenciais da criticidade/AT. Vale ressaltar que os participantes de ambos os grupos possuem uma formação heterogênea que pode influenciar nas escolhas dos temas, seja por identificar os temas ambientais globais ou os problemas da sociedade em que vivem.

Quanto aos conceitos científicos escolares acerca do AG, eles são indicados como necessários, mas devem estar articulados com as outras áreas do conhecimento. As respostas convergiram para as questões sociais, culturais, históricas, científicas e educacionais que corroboram com as ideias propostas pelos autores da perspectiva da complexidade e da criticidade/ AT que, por sua vez, buscam promover uma visão mais ativa e articulada com outros conhecimentos, permitindo ao sujeito se posicionar diante dos problemas ambientais presentes em nosso dia-a-dia, por exemplo, de discursos pautados nos meios de comunicação.

Outro elemento importante nesta discussão refere-se à abordagem do pensamento simples e complexo, que trata de vincular o mundo micro e macro, ou, em outras palavras, o local e global. Além disso, contempla o conceito de sistemas, suas relações, articulações, interações e interferências, que se tornam dimensões fundamentais no desenvolvimento de pensamento mais crítico dos estudantes. Vale ressaltar que trabalhar com os aspectos da complexidade implica ir além de selecionar e organizar os conhecimentos, mas integrar as incertezas e os riscos encontrados no sistema, abordando as questões de forma dinâmica e aberta.

Buscando reconhecer que a construção do conhecimento escolar pode integrar as outras formas de conhecimentos para enriquecê-lo, levando em consideração sua própria natureza e dinâmica, o que conduz ao entendimento de que é importante levar para a escola um conhecimento que não deve ser apenas a transposição de um conhecimento científico, nem de um discurso presente no cotidiano (por exemplo, aqueles abordados na mídia), mas promover um conhecimento que apresente as relações e diferentes pontos de vista, explicitando a natureza do conhecimento escolar enquanto dinâmico e complexo.

Agradecimentos

Esse trabalho faz parte do projeto "A perspectiva da complexidade para abordar questões socioambientais e riscos", financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) referente ao processo nº 2024/03921-4.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Eliane . S.; STRIEDER, Roseline. **Releituras de Paulo Freire na Educação em Ciências: pressupostos da articulação Freire-CTS**. Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências, v. 21, p. e33278-24, 2021.
- ANGOTTI, José A. P. **Conceitos Unificadores e Ensino De Física**. Revista Brasileira De Ensino De Física, São Paulo, V. 15, N. 1-4, P. 191 – 198, 1993.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Traduzido por Renan Silva. Lisboa edições, 70, 225. 1977. Disponível em: <(PDF) BARDIN, L. (1977). Análise de conteúdo. Lisboa edições, 70, 225. | renan silva - Academia.edu>. Acesso em: 20 dezembro de 2023.
- BARELLI, Eleonora. TASQUIER, Guilia. CARAMASCHI, Martina. SATANASSI, Sara. FANTINI, Paola F. BRANCHETTI, Laura. LEVRINI Olivia. **Making sense of youth futures narratives: recognition of emerging tensions in students’ imagination of the future**. Frente. Educ.7:911052. doi: 10.3389/feduc.2022.911052. 2022.
- BRASIL. Ministério da educação. Secretaria de educação média. **Bncc - Base Nacional Comum Curricular**. Ciências Da Natureza, Matemática E Suas Tecnologias. Brasília: Mec. 2017.
- BECK, Ulrich. **A metamorfose do mundo: Novos conceitos para uma nova realidade**. Editora Zahar. Kindle Edition. 2018.
- BECK, Ulrich. **Sociedade de risco: Rumo a uma outra modernidade**. Tradução de Sebastião Nascimento. Rio de Janeiro: Editora 34, 2010.
- COSTA, César A. LOUREIRO, Carlos F. **Educação Ambiental crítica e conflitos ambientais: reflexões à luz da América Latina**. v. 22 (2024): Fluxo contínuo. DOI: <https://doi.org/10.23925/1809-3876.2024v22e59508>. 2024.
- DELIZOICOV, Demétrio. **La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire**. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia. v.1, n.2, p.37-62, jul. 2008.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A; PERNAMBUCO, Marta M. **Ensino De Ciências: Fundamentos e Métodos**. 4. Ed. São Paulo: Cortez. 2011.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GARCÍA, José E. **Hacia Una Teoría Alternativa sobre los Contenidos Escolares**. Espanha: Díada Editora S. L. 1998.

GARCÍA, José E. **Educación Ambiental, Constructivismo y Complejidad**. Série Fundamental, N21. Espanha: Díada Editora S. L. 2004.

GUERRERO-FERNÁNDEZ, Alicia.; NIETO, Marina.; HERRUZO, Raquel.; LÓPEZ Lidia; RODRÍGUEZ-MARÍN, Fatima.; GARCÍA Eduardo. **El huerto educativo ante el cambio climático: Propuesta de una hipótesis de transición sobre el agua y la alimentación**. Investigación en la Escuela, Espanha, 103, 48-63. 2021.

GUIMARÃES, Mauro. **Caminhos da educação ambiental: da forma a ação**. In: Guimarães, M (Org.). Abordagem relacional como forma de ação. Campinas, SP. 3ª edição, p. 9–16. 2008

HALMENSCHLAGER, Karine R. **Abordagem de Temas em Ciências da Natureza no Ensino Médio: Implicações na Prática e na Formação Docente**. Tese De Doutorado Em Educação Científica E Tecnológica – Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

HALMENSCHLAGER, Karine . R. DELIZOICOV, Demétrio. **Abordagem Temática no Ensino De Ciências: Caracterização de Propostas Destinadas ao Ensino Médio**. Alexandria: R. Educ. Ci. Tec., Florianópolis, V. 10, N. 2, P. 305-330, Novembro. 2017.

LOUREIRO, Carlos. **Caminhos da educação ambiental: da forma a ação**. In: Guimarães, M (Org.). Educação Ambiental e teorias críticas. Campinas, SP. 3ª edição, p. 51–86. 2008

MITCHELL, Melanie . **Complexity: A Guided Tour. Physics Today**. Oxford University Press. 2009.

MORIN, Edgar. **Introdução ao Pensamento Complexo**. 3ª Ed. Porto Alegre: Sulina. 2007.

MORIN, Edgar. **Um festival de incertezas**. Revista Espiral, Rio de Janeiro, v.4, p.5-12, 2020.

MORIN, Edgar. **Lições de um século de vida**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2021.

MUENCHEN, Cristiane. **Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na EJA**. Dissertação de mestrado. Santa Maria: CE/UFSM, 2006.

PEREIRA, Brenda. SILVA, Luciano. SANTOS, Janaina. **Environmental Education and Complexity**. Science & Education, v. 1, p. 1-20, 2021.

PÉREZ, Lucía R. FERNÁNDEZ. Alicia G. RODRÍGUEZ-MARÍN, Fátima. GARCÍA, José E. **Aprendizaje al aire libre para la Alfabetización Ambiental de los futuros**

docentes: El huerto ecológico para construir resiliencia. Investigación en la escuela, ISSN-e 2443-9991, ISSN 0213-7771, N° 106, págs. 78-95. 2023.

RODRÍGUEZ, Fátima M; FERNÁNDEZ-ARROYO, Jorge. GARCÍA, José. E. D. **Educación Ambiental y Complejidad: El uso de Las Hipótesis de Transición.** Enseñanza De Las Ciencias: Revista De Investigación Y Experiencias Didácticas, Issn 0212-4521, Issn-E 2174-6486, N° Extra 0, Págs. 1467-1471. 2013.

SANTOS, Carla. WATANABE, Giselle. **Elementos da complexidade em uma proposta de aula de ciências para uma Educação CTS.** INDAGATIO DIDACTICA, v. 16, p. 95/3-111, 2024.

VEIGA, José. E. **Antropoceno e Humanidades.** *Anthropocenica. Revista De Estudos Do Antropoceno E Ecocrítica*, 3. <https://doi.org/10.21814/anthropocenica.4203>. 2022.

WATANABE, Giselle. KAWAMURA, Maria R. **Uma Educação na Perspectiva Ambiental Crítica, Complexa e Reflexiva.** Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências. Vol. 14, No. 2. 2014.

WATANABE, Giselle. KAWAMURA, Maria R. **Contribuições das Produções Sobre a Complexidade: Aportes para a Educação Científica Escolar.** Caderno Brasileiro De Ensino De Física, V. 37, N. 2, P. 428-454, Ago. 2020.

WATANABE, Giselle., SUBIRÀ, Genina. C., MARTIN, Fátima. R. **¿Cómo incorporamos la complejidad en actividades de educación científica y ambiental?.** Enseñanza de las Ciencias, 40-2, 109-124, 2022.

APÊNDICE 1

Formação Inicial	Participante (FMA)	Quais são as principais questões ou problemas ambientais que a escola básica atual deveria abordar nas aulas?
Licenciatura em Física	A1	Extração e desmatamento; Efeito estufa; Aquecimento Global e Influência humana.
	A2	Influência do ser humano no meio ambiente; Desenvolvimento de novas formas de usos dos recursos naturais.
Bacharelado em ciências e tecnologia	A3	Influência do ser humano no meio ambiente
	A4	Aquecimento Global
Licenciatura em Física	A5	Finalidade de recursos naturais; Processo de despoluição e Impactos do desmatamento.
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A6	Conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação do meio ambiente
	A7	Poluição e Aquecimento global.
	A8	Desmatamento e Descarte de resíduos.
	A9	Desmatamento; Aquecimento Global; Queimadas e Reciclagem
	A10	Poluição dos rios; Descartes de plásticos; Efeito estufa e Poluição do ar
Licenciatura em Física	A11	Desmatamento e Poluição do ar
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A12	Efeito estufa; Problema do lixo e preservação do meio ambiente
	A13	interferência humana e Poluição da água
	A14	Aquecimento Global e efeito estufa; Poluição sonora e visual; Buraco na camada de ozônio; Ilha de Calor e Aquecimento dos oceanos
	A15	Descarte de lixo
	A16	Poluição
Licenciatura em Física	A17	Reciclagem; Limpeza e reestruturação dos rios e Acúmulo de lixo
Bacharelado em Ciências e tecnologia	A18	Parabenos e Poluição da água e ar
	A19	Aquecimento Global e Recursos hídricos
	A20	Mudanças climáticas
	A21	Aquecimento Global e Usina Hidrelétrica
	A22	Mudanças climáticas
	A23	Aquecimento Global; Saneamento básico; Poluição da água e ar e resíduos urbanos
	A24	Resíduos urbanos e extrativismo
	A25	Aquecimento Global; Escassez da água; poluição dos solos; Efeito estufa e sustentabilidade
	A26	Produção demasiada e descarte de resíduos
	A27	Descartes de lixo
Formação Inicial	Participante (Curso Extensão)	Quais são as principais questões ou problemas ambientais que a escola básica atual deveria abordar nas aulas?
Bacharelado em Ciências e Humanidades	P1	Comunidade quilombola
Licenciatura em Geografia	P2	Relação sociedade com a natureza;

Licenciatura em Biologia	P3	Relação sociedade com a natureza; Fontes energéticas; Tipos de poluição; Flora e Fauna urbana; Polinização
Licenciatura em Física	P4	Alagamento e enchentes; Queimadas e desmatamento
Licenciatura em Biologia	P5	Alimentação; Resíduo sólidos, líquidos e gasoso; Consumo e modo de vida
Pedagoga	P6	Alimentação; Lixo
Licenciatura em História	P7	Poluição; Amazônia; Aquecimento Global; Cidadania; agrotóxicos
Licenciatura em Biologia	P8	Desmatamento e desequilíbrio de habitat; Prevenção e controle de doenças; Qualidade de vida e bem-estar
Licenciatura em História	P9	Deslocamento de massa; destruição da camada de ozônio; Aquecimento Global; desmatamento
Pedagoga	P10	Economizar água; Lixo doméstico; Importância de plantar
Licenciatura em Biologia	P11	Lixo e reciclagem; Conservação das espécies; Desmatamento; Consumismo; Consumo consciente da água; Sustentabilidade; Campanha de vacinação
Licenciatura em História	P12	Água; Reciclagem; Aquecimento Global; desmatamento; energia limpa.
Licenciatura em Biologia	P13	Produção de lixo e reciclagem; sustentabilidade; Danos à saúde provocados pelos agrotóxicos e pela poluição; Importância da Vacinação
Licenciatura	P14	preservação da fauna e flora; Saúde populacional; importância da Vacina; Desmatamento; Reciclagem; Descartes (plástico e óleo)
Licenciatura em História	P15	Vida Urbana; preservação ambiental
Licenciatura em Biologia	P16	alagamentos e enchentes; descartes de resíduos; Uso de Agrotóxicos