

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

RENAN DE ALMEIDA BARBOSA

**CONHECIMENTOS E ATITUDES AMBIENTAIS: ESTUDO ATRAVÉS DA
INTERCONEXÃO ENTRE A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E A EDUCAÇÃO
AMBIENTAL**

Porto Alegre

2023

RENAN DE ALMEIDA BARBOSA

**CONHECIMENTOS E ATITUDES AMBIENTAIS: ESTUDO ATRAVÉS DA
INTERCONEXÃO ENTRE A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E A EDUCAÇÃO
AMBIENTAL**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para o título de Doutorado em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. José Vicente Lima Robaina

Porto Alegre

2023

CIP - Catalogação na Publicação

Barbosa, Renan de Almeida
Conhecimentos e atitudes ambientais: estudo através
da interconexão entre a Educação em Ciências e a
Educação Ambiental / Renan de Almeida Barbosa. --
2023.
235 f.
Orientador: José Vicente Lima Robaina.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde,
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências:
Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

1. Ensino de Ciências por Investigação. 2. Educação
Ambiental Crítica. 3. EKTest. 4. 2-MEV. 5. Educação
para o Desenvolvimento Sustentável. I. Lima Robaina,
José Vicente, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

RENAN DE ALMEIDA BARBOSA

CONHECIMENTOS E ATITUDES AMBIENTAIS: ESTUDO ATRAVÉS DA INTERCONEXÃO DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. José Vicente Lima Robaina

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Vicente Lima Robaina
UFRGS – Porto Alegre/RS
Orientador

Profa. Dra. Marilise Bialvo Hoffmann
UFRGS – Porto Alegre/RS

Profa. Dra. Rosane Nunes Garcia
UFRGS – Porto Alegre/RS

Profa. Dra. Fabiana Pauletti
UTFPR – Curitiba/PR

Prof. Dr. Leandro Duso
UFSC – Florianópolis/SC

DEDICATÓRIA

In memoriam à Milton Freitas de Almeida, que para sempre lembrarei por sua dedicação e carinho incondicionais.

AGRADECIMENTOS

O esforço para depreender os agradecimentos à determinadas pessoas nesse momento do texto é intrincado pois todos(as) que fizeram parte da minha rotina nos últimos anos certamente contribuíram em alguma medida, inclusive aqueles(as) que não serão citados nominalmente aqui. Ainda assim, é imprescindível elencar e valorizar essa teia de relações e suas colaborações diretas ou indiretas na realização desta tese de doutorado.

Primeiramente, tenho que agradecer à minha família mais próxima: mãe, pai, avós maternos e paternos, tios e tias, primos e primas que, dentro de suas particularidades, compõe minha árvore genealógica e fazem parte da construção deste que vos escreve. Em especial às matriarcas e avós Líbia e Joelcy; meu avô Sebastião, minha mãe Áurea, meu pai Renato e sua esposa Giselda; minhas irmãs Camila, Heloísa e Renata; meus(minhas) tios(as) Antonio Marcos, Cacildo, Iria, Sandra e Sônia (*in memoriam*); meus(minhas) primos(as) Fernanda, Lauane, Rogério e Thiago e minha madrinha Lori: diante de tudo que vivemos (ou não vivemos) desde a partida do meu avô Milton em 2011 e que lhe dedico (*in memoriam*) esta tese, aprendi com o meu avô a reconhecer e valorizar as memórias e carinho que tenho por cada um(a) de vocês. Também quero agradecer à família da Débora, que encontrei e me recebeu muito bem desde sempre, em especial seu Omar, dona Iara, dona Valéria e Marcelo; todos(as) me ajudaram a alcançar essa conquista em terras gaúchas sob muita dedicação e resiliência: meu sincero carinho e eterna gratidão a vocês.

Agradeço à Débora, atualmente minha noiva, mas eterna e amada companheira: sou grato ao seu carinho, amor e parceria que construímos nessa caminhada de ternura e luta pelos nossos sonhos. O afeto, as brincadeiras, a tranquilidade e as discussões políticas e/ou sobre nossas teses são alguns dos pontos preciosos da nossa rotina e que, nos últimos anos, foram vitais. Débora, são 10 anos ao seu lado, experienciando e sentindo crescimento, bons momentos e cuidando dos nossos 3 filhos felinos: Beto, Frida e Jurema. Vocês são a família que escolhi, valorizo, amo e que me ajudou (e me aguentou) durante a realização e escrita desta tese.

Ao meu querido orientador, professor doutor José Vicente Lima Robaina, por toda nossa trajetória de trabalho conjunto, oportunidades fornecidas e orientação motivadora à realização desta tese e crescimento pessoal e acadêmico: minha eterna gratidão.

Aos membros da Banca Examinadora, professores(as) doutores(as) Marilisa Hoffmann, Rosane Garcia, Fabiane Pauletti, Daniela Scarpa – que não pode estar presente na Defesa, mas que contribuiu muito na Qualificação – e Leandro Duso – por ter aceito nos “49 minutos do

segundo tempo” – eu devo gratidão por aceitarem o convite e pelo tempo disponibilizada para leitura, avaliação e emissão de pareceres para o aprimoramento deste trabalho. Também agradeço ao Prof. Dr. Christoph Randler, por ter aceitado me receber na Universidade de Tubinga na Alemanha, em uma experiência que foi muito significativa e transformadora; e aos professores doutores Antonio Pancrácio e Ramon Mello, importantes orientadores durante minha graduação e que possibilitaram esse intercâmbio ao escreverem suas cartas de recomendação. Saibam que estão contribuindo muito para minha formação pessoal e acadêmica, serei eternamente grato.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelas vivências oportunizadas nessa caminhada que se iniciou em 2018 desde o mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, seus discentes e docentes, por proporcionarem aprendizagens significativas e frutíferas durante os seminários e disciplinas.

À secretaria do nosso Programa, pela eterna presteza e auxílio com os trâmites administrativos que envolvem a pós-graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela bolsa de doutorado concedida desde junho de 2019 e ao Serviço Alemão de Intercâmbio de Estudantes (DAAD), pela bolsa de doutorado-sanduíche concedida de outubro de 2020 à abril de 2021.

À todas as equipes de gestão escolar e os contatos que levaram às escolas em que realizei a pesquisa, bem como a todos(as) os(a) participantes. Agradeço, particularmente, à professora Andrea, ao professor Maurício – também colega de grupo de pesquisa – à professora Bibiana e ao professor Fábio: agradeço imensamente o espaço disponibilizado para que eu pudesse conhecer e trabalhar com vossas turmas e pela simpatia e exemplo de profissionalismo. Espero que o meu retorno às suas escolas retribua minimamente à grande contribuição pessoal e acadêmica que vocês me deram.

Ao Grupo de Pesquisa e Estudos em Educação do Campo e Ciências da Natureza (GPEEC-Natureza), pela rica contribuição nos debates, estudos e vivências que sempre resultaram em novas aprendizagens e novos vínculos.

E a todos os meus(minhas) amigos(as) que, ao se mostrarem disponíveis ao longo dos últimos 5 anos, me possibilitaram leveza, risadas e afetos essenciais para me manter firme.

Especialmente ao Pedro, Hércules, Damian, Harumy, Maíra, Roney e Thiago, que merecem todas as alegrias recíprocas à presença de vocês em minha vida: minha eterna gratidão.

[...]

*Busco la paz en Bolivia, en las calles de Chile
Me busco en invierno el aguardiente de
Colombia [...]
Yo vine al mundo a defender mi tierra
Soy el salvador pacífico en la guerra
Me voy a morir luchando, soy firme como un
venezolano
Soy atacama, guaraní, coya, barí y tucáno
Si quieren tirarme el país, lo levantamos
Los indio' construimo' los imperio' con las mano'
¿Odia' el futuro? Vengo con mis hermano'
De diferentes padre', pero no nos separamo'
Soy el fuego del Caribe y un guerrero peruano
Le doy gracias a Brasil por el aire que
respiramo'
A veces pierdo, a veces gano
Pero no es en vano morirme por la tierra que
amo
Y si los de afuera preguntan cómo me llamo
Mi nombre es "Latino" y mi apellido
"Americano"*

Trecho da música “TIERRA ZANTA”, do álbum
“BIEN O MAL”, interpretada por Trueno e
Victor Heredia, 2022.

RESUMO

O debate sobre as Mudanças Climáticas Globais (MCG) e suas consequências apontam para urgentes ações visando a sua mitigação e intervenção em relação ao impacto ambiental dos seres humanos na natureza. Os processos de ensino e aprendizagem na Educação Ambiental (EA) e a Educação em Ciências (EC) podem levar à Alfabetização Científica (AC) ao mobilizar conhecimentos e atitudes que favorecem a autonomia, a contextualização e o pensamento crítico. O problema de pesquisa que orientou essa tese de doutorado consistiu na investigação sobre de que modos a EC e a AC podem contribuir com a construção de conhecimentos científicos, bem como no desenvolvimento de atitudes ambientais em estudantes da educação básica. Desse modo, tive como objetivo geral a compreensão e verificação de como a abordagem investigativa contribui para o desenvolvimento de conhecimentos científicos e atitudes ambientais. Utilizei a abordagem com Métodos Mistos e design sequencial explanatório, pois os dados qualitativos e quantitativos são complementares nas diferentes etapas da pesquisa. Em relação aos objetivos a que se propõe, a pesquisa se classifica como exploratório-descritiva, pois investiguei ideias, atitudes e conceitos que esclareçam melhor o fenômeno pesquisado com métodos da pesquisa bibliográfica, estudos comparativos e design quase-experimental. Considerei a divisão da pesquisa em duas etapas: a) estudo comparativo entre Brasil e Alemanha do tipo *survey* com adolescentes e adultos (N = 658); e b) e a aplicação de uma Sequência de Ensino Crítico-Investigativo estruturada com a estratégia didática da Rotação por Estações (SECI-RPE) sobre MCG com estudantes da educação básica (N = 242) de quatro escolas públicas da região metropolitana de Porto Alegre (RS). Apliquei diferentes técnicas para a coleta e análise de dados: um questionário do tipo escala likert sobre atitudes ambientais; um questionário fechado sobre conhecimentos ambientais; observação direta; notas de campo; estatística descritiva e inferencial e os Indicadores da Alfabetização Científica (IAC). Na literatura da EC e da EA, verifiquei uma lacuna de pesquisas quantitativas sobre as atitudes ambientais, que se revelaram antropocêntricas e/ou utilitaristas em relação à natureza. Nos diferentes documentos curriculares nacionais e regionais, identifiquei o apagamento da concepção brasileira da EA em detrimento da concepção internacional amplamente difundida da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS). Em uma aplicação inédita em pesquisas da EA e EC no Brasil, os dados coletados pelos questionários utilizados demonstraram validade em novo contexto cultural para os quais foram adaptados e traduzidos. Os resultados da abordagem investigativa que executei apontam que as médias de escores em conhecimentos ambientais são mais elevadas nos(as) estudantes que participaram da intervenção didática. Ainda, os(as) participantes com mais atitudes pró-ambientais apresentaram maior capacidade de retenção de conhecimentos ambientais. Em relação às atitudes ambientais, verifiquei que existem diferenças entre jovens politicamente engajados, mas não um efeito positivo direto da abordagem investigativa implementada. Sugiro que a abordagem investigativa sobre MCG oportunizou o contato dos(as) participantes com conhecimentos e habilidades relacionadas ao trabalho com dados de uma investigação científica, à estruturação do pensamento e ao entendimento da situação investigada. Por fim, defendo que as diferentes formas de conhecimento e de vivências em relação ao meio ambiente precisam ser contempladas em práticas educativas da EA e EC com o objetivo de se investigar a relação proximal do conhecimento com as atitudes e com o comportamento pró-ambientais durante e após o processo da AC no contexto escolar.

Palavras-chave: Ensino de Ciências por Investigação; Educação Ambiental Crítica; EKTest; 2-MEV; Educação para o Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

The debate on Global Climate Change (GCM) and its consequences points to urgent actions aimed at mitigating and intervening in the environmental impact of human beings on nature. Teaching and learning processes in Environmental Education (EE) and Science Education (SE) can lead to Scientific Literacy (SL) by mobilizing knowledge and attitudes that foster autonomy, contextualization, and critical thinking. The research problem that guided this doctoral thesis was to investigate how CE and CA can contribute to the construction of scientific knowledge and the development of environmental attitudes in primary school students. My main objective was to understand and verify how the investigative didactic approach contributes to scientific knowledge and environmental attitude development. We adopted a mixed-methods approach and a sequential explanatory design, as the qualitative and quantitative data complement each other in the different stages of the research. Regarding its objectives, this research is classified as exploratory-descriptive, as it will investigate ideas, attitudes, and concepts that shed more light on the phenomenon being researched using bibliographical research methods, comparative studies, and quasi-experimental design. This research is divided into two stages: a) a comparative survey study between Brazil and Germany with adolescents and adults (N = 658); and b) the implementation of a Critical-Inquiry-Teaching Sequence structured by the didactic strategy of Station Rotation (CITS-SR) on GCM with elementary and high school students (N = 242) from four public schools in the metropolitan region of Porto Alegre (RS). We applied different techniques for data collection and analysis: a likert scale questionnaire on environmental attitudes; a closed questionnaire on environmental knowledge; direct observation; field notes; descriptive and inferential statistics and the Indicators of Scientific Literacy (ISL). The literature on SE and EE shows a lack of quantitative research on environmental attitudes, which have been shown to be anthropocentric and/or utilitarian in relation to the environment. In this context, the different national and regional curricula have neglected the Brazilian conception of EE to the detriment of the widely disseminated international concept of Education for Sustainable Development (ESD). The EKTest and 2-MEV model application is a novelty in EE and CE research in Brazil, the EKTest and 2-MEV and demonstrated validity in this new cultural context for which they were adapted and translated. The CITS-SR results suggest that the mean scores on the EKTest are higher in students who participated in the educational program. In addition, participants with more pro-environmental attitudes according to the 2-MEV model had a greater capacity to retain environmental knowledge. In relation to environmental attitudes and CITS-SR, the results suggest that there are differences between politically engaged young people, but not a direct positive effect of the EE and CE educational practices implemented. We found that CITS-SR provided knowledge and skills related to working with data from a scientific investigation, structuring thinking, and understanding the situation under investigation. Finally, it is argued that the different forms of knowledge and experiences in relation to the environment need to be included in EE and CE teaching and research in order to investigate the proximal relation between knowledge and pro-environmental attitudes and behavior throughout and after the SL in schools.

Keywords: Inquiry Based Teaching; Critical Environmental Education; EKTest; 2-MEV; Education for Sustainable Development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de comportamento pró-ambiental	77
Figura 2 - Gráfico de pirâmide representando o Modelo dos dois principais valores ambientais (2-MEV)	79
Figura 3 - Fluxograma apresentando as etapas de pesquisa (cinza-claro) e os resultados dos métodos qualitativos e quantitativos utilizados (cinza-escuro)	84
Figura 4 - Fluxograma do processo de amostragem e elaboração dos estudos quanto às técnicas e análises que foram conduzidos durante a pesquisa	89
Figura 5 - Mapa da Região Metropolitana de Porto Alegre com a localização das escolas confirmadas e prospectadas para realização da pesquisa	91
Figura 6 - Folha entregue a cada grupo da 1REPEM, contendo as instruções e desafio	97
Figura 7 - Folha entregue a cada grupo da 2REPEM, contendo as instruções e desafio	97
Figura 8 - Folha entregue a cada grupo da 3REPEM, contendo as instruções e desafio	98
Figura 9 - Folha entregue a cada grupo da 4REPEM, contendo as instruções e desafio.....	99
Figura 10 - Folha entregue a cada grupo da 1REPEF, contendo as instruções e desafio.....	100
Figura 11 - Folha entregue a cada grupo da 2REPEF, contendo as instruções e desafio.....	100
Figura 12 - Folha entregue a cada grupo da 3REPEF, contendo as instruções e desafio.....	101
Figura 13 - Esquematização das etapas da SECI, de acordo com Pedaste <i>et al.</i> (2015)	102
Figura 14 - Esquema de apresentação conjunta e das etapas de pesquisa, de acordo com os objetivos específicos e os produtos da tese	108
Figura 15 - Escores médios na dimensão UTL do modelo 2-MEV, de acordo com gênero e país	121
Figura 16 - Escores médios na dimensão PRE do modelo 2-MEV, de acordo com gênero e país	122
Figura 17 - Média dos escores na dimensão ACT do <i>EKTest</i> alemães(ãs) e brasileiros(as)	124
Figura 18 - Média dos escores na dimensão EFF do <i>EKTest</i> alemães(ãs) e brasileiros(as)	124
Figura 19 - Média dos escores na dimensão ACT do <i>EKTest</i> dos(as) participantes, de acordo com o gênero	125

Figura 20 - Média dos escores na dimensão SYS do <i>EKTest</i> participantes e de não participantes do FFF	126
Figura 21 - Gráfico de curva característica dos itens que compõem o <i>EKTest</i>	131
Figura 22 - Gráfico da curva de informação de habilidade do <i>EKTest</i>	132
Figura 23 - Gráfico com as curvas de informação de habilidade para cada item do <i>EKTest</i> .	133
Figura 24 - Gráfico representando os escores médios no <i>EKTest</i> dos subgrupos (participantes e não-participantes) durante todos os momentos de aplicação do questionário	139
Figura 25 - Gráfico representando os escores médios no modelo 2-MEV dos subgrupos (participantes e não-participantes) durante todos os momentos de aplicação do questionário	141
Figura 26 - Gráfico representando os escores médios no <i>EKTest</i> dos subgrupos (<i>high “preservers”</i> e <i>low “preservers”</i>) durante todos os momentos de aplicação do questionário	142
Figura 27 - Gráfico representando os escores médios no <i>EKTest</i> dos subgrupos (<i>high “utilizers”</i> e <i>low “utilizers”</i>) durante todos os momentos de aplicação do questionário	143
Figura 28 - Gráfico representando a soma de respostas corretas no <i>EKTest</i> dos subgrupos (participantes e não-participantes) em todos os momentos de aplicação do questionário	144

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos trabalhos encontrados no processo de busca através do(s) descritor(es) utilizados e respectivo processo de filtragem pelos critérios de inclusão e exclusão realizados	113
Tabela 2 - Valores de correlação de Pearson entre o modelo 2-MEV e o questionário de conhecimentos ambientais	117
Tabela 3 - Resultados do modelo linear multivariado com o modelo 2-MEV como variável dependente e informações sociodemográficas e participação no FFF como variáveis independentes	119
Tabela 4 - Modelos univariados para as médias nas duas dimensões do modelo 2-MEV.....	119
Tabela 5 - Resultados do modelo linear multivariado com o <i>EKTest</i> como variável dependente e informações sociodemográficas e participação no FFF como variáveis independentes	121
Tabela 6 - Modelos univariados para as médias nas três dimensões do <i>EKTest</i>	122
Tabela 7 - Índices dos testes estatísticos para comparação entre os modelos 2 e 3 de acordo os índices de ajuste	134
Tabela 8 - Resultados dos testes de Shapiro-Wilk para o modelo 2-MEV nos três momentos de aplicação do questionário	135
Tabela 9 - Resultados dos testes de Shapiro-Wilk para o <i>EKTest</i> nos três momentos de aplicação do questionário	136
Tabela 10 - Índices de correlação entre as médias no <i>EKTest</i> e no modelo 2-MEV, resultados dos testes de significância e o tamanho amostral nos três momentos de aplicação dos questionários	137
Tabela 11 - Frequência absoluta dos IAC encontrados nas respostas dos(as) participantes da pesquisa de cada grupo e escola	151

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Indicadores da Alfabetização Científica (IAC) e a descrição das suas dimensões e cada um dos grupos	106
Quadro 2 - Panorama dos testes estatísticos realizados, seus objetivos, grupo de participantes, variáveis e principal resultado encontrado	111
Quadro 3 - Identificação dos trabalhos completos, artigos, teses e dissertações do <i>corpus</i> de análise	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2-MEV - Modelo dos Dois Principais Valores Ambientais
AC - Alfabetização Científica
ACT - Dimensão do conhecimento ambiental relacionada à ação
ANOVA - Análise de variância
AP - Amapá
APA - *American Psychological Association*
BA - Bahia
BDTD - Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do IBICT
BIC - Bayesian Information Criterion
BNCC - Base Nacional Comum Curricular
CAAE - Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CE - Ceará
CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
CEP - Comitê de Ética
CO₂ - Dióxido de Carbono
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONEP - Comitê Nacional de Ética em Pesquisa
COP24 - Conferência das Nações Unidas sobre Mudança Climática de 2018
COP26 - Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de 2021
COVID-19 - Doença por coronavírus 2019
CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade de Ambiente
DCNEA - Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental
DCNEB - Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica
DEDS - Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável
DEEnCI - Diagnósticos de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação
EA - Educação Ambiental
EB – Educação Básica
EC - Educação em Ciências
EDS - Educação para o Desenvolvimento Sustentável
EF - Ensino Fundamental
EFF - Dimensão do conhecimento ambiental sobre o sobre a eficácia
EKTest - Environmental Knowledge Test
EM - Ensino Médio

EnCI - Ensino de Ciências por Investigação
ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
ES - Espírito Santo
FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FFF - *Fridays for Future*
IAC - Indicadores da Alfabetização Científica
IBICT - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IES - Instituição de Ensino Superior
IFAP - Instituto Federal do Pará
IFCE - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
LRT - *Likelihood Ratio Test*
MA - Metodologias Ativas
MCG - Mudanças Climáticas Globais
MEC - Ministério da Educação
MR - Modelagem de Rasch
MG - Minas Gerais
NPE - Novo Paradigma Ecológico
ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU - Organização das Nações Unidas
OXFAM - Comitê de Oxford para o Alívio da Fome
PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais
PdPC - Portal de Periódicos da CAPES
PNE - Plano Nacional de Educação
PNEA - Política Nacional de Educação Ambiental
PPgECi - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências
PPP - Projetos Políticos Pedagógicos
PRE - Atitudes ambientais preservacionistas
QRCODE - *Quick Response Code*
RCG - Referencial Curricular Gaúcho
REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental
RN - Rio Grande do Norte
RPE - Rotação por Estações
RS - Rio Grande do Sul

SARS-CoV-2 - Coronavírus 2 da síndrome respiratória aguda grave
SECI-RPE - Sequência de Ensino Crítico-Investigativo estruturada pela Rotação por Estações
SEI - Sequência de Ensino Investigativo
SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente
SYS - Dimensão do conhecimento ambiental sobre o sistema
TALE - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCP - Teoria do Comportamento Planejado
TRI - Teoria de Resposta ao Item
UFMS - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
UFBA - Universidade Federal da Bahia
UFC - Universidade Federal do Ceará
UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFS - Universidade Federal do Sergipe
UFMS - Universidade Federal de Santa Maria
UNDRR - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UTL - Atitudes ambientais utilitaristas
VCN - Teoria do Valor-Crença-Norma

SUMÁRIO

1.	NOTAS INTRODUTÓRIAS.....	22
	1.1 Navegando entre faróis e inquietações do mar aberto.....	22
	1.2 Aportes teóricos: contextualizando a investigação.....	26
	1.3 Problema de pesquisa	39
	1.4 Objetivos da pesquisa	39
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	40
	2.1 Educação Ambiental Crítica ou Educação para o Desenvolvimento Sustentável: orientações, tendências, discursos e reflexões na prática educativa	41
	2.2 Educação em Ciências: reflexões e potencialidades de uma abordagem didática em sala de aula	49
	2.3 Progressos e disrupções didáticas: refletindo sobre as Metodologias Ativas e a estratégia didática da Rotação por Estações.....	62
	2.4 O processo educativo a partir da perspectiva da Sociologia: contribuições da teoria de Karl Mannheim sobre socialização nos espaços escolares.....	69
	2.5 Contribuições da Psicologia Ambiental sobre os conhecimentos e atitudes no desenvolvimento do comportamento ambiental.....	75
3.	CAMINHOS METODOLÓGICOS	85
	3.1 Caracterização quanto à abordagem, natureza, tipo e técnicas de pesquisa.....	87
	3.2 Caracterização da pesquisa quanto aos participantes, amostras e locais de sua realização.....	90
	3.3 Sequência de Ensino Crítico-Investigativo em uma Rotação por Estações (SECI- RPE): instrumento didático e metodológico	95
	3.4 Instrumentos e mensurações.....	104
	3.5 Análise dos dados	106
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	111
	4.1 Uma revisão de literatura de trabalhos acadêmicos sobre atitudes ambientais no campo da Educação em Ciências	114

4.2	Conhecimentos e atitudes ambientais e sua relação com a participação em manifestações do <i>Fridays for Future</i> : um estudo comparativo entre Brasil e Alemanha..	118
4.3	Estudos quantitativos – análises estatísticas dos instrumentos de coleta de dados: o teste de conhecimentos ambientais e o modelo dos dois principais valores ambientais.	128
4.4	Estudos qualitativos: análises dos Indicadores da Alfabetização Científica no processo de Alfabetização Científica no contexto da SECI-RPE	146
4.5	Convergência quanti-qualitativa: reunindo elementos para refletir sobre a Alfabetização Científica, conhecimentos e atitudes.....	155
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E ENCAMINHAMENTOS: DO QUE SE INVESTIGOU ÀS PERSPECTIVAS FUTURAS	166
6.	REFERÊNCIAS.....	175
7.	ANEXOS.....	202
7.1	Quadro com o modelo da escala dos Dois Principais Valores Ambientais (2-MEV) nas versões em Alemão e Português, extraída, traduzida e adaptada de Bogner (2007). Durante a aplicação do instrumento, cada afirmativa é apresentada juntamente com a escala Likert de 5 pontos.....	202
7.2	Quadro com o questionário em alemão e português utilizado para coleta de informações sociodemográficas e de participação em protestos do Fridays for Future.....	205
7.3	Quadro com questionário sobre conhecimento ambiental, em alemão e português, extraído e adaptado de Geiger, Geiger and Wilhelm (2019) e Roczen et al. (2014). As perguntas estão em negrito e a respostas corretas em itálico.	207
7.4	Quadro com questionário sobre conhecimento ambiental extraído e adaptado de Geiger, Geiger and Wilhelm (2019) e Roczen et al. (2014) para aplicação no estudo 2 sobre a temática da intervenção didática realizada. As perguntas estão em negrito e a respostas corretas em itálico.	212
7.5	Gráfico de ganho e cobertura arborea no Brasil de acordo com dados do ano de 2001.....	216
7.6	Gráfico de ganho e cobertura arborea no Brasil de acordo com dados do ano de 2021.....	217

7.7 Gráfico de mudanças climáticas esperadas por região num cenário de aumento da temperatura global.....	218
8. APÊNDICES	219
8.1 Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)- Pais e Responsáveis que foi utilizado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.....	219
8.2 Modelo de Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) que foi utilizado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.....	221
8.3 Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)- estudantes maiores de 18 anos que foi utilizado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.....	223
8.4 Produto da tese 1: manuscrito submetido para avaliação na Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental (REMEA).....	225
8.5 Produto da tese 2: Resumo expandido aprovado e apresentado no II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação (2020).....	226
8.6 Produto da tese 3: Artigo publicado na Revista Insignare Scientia (RIS).....	227
8.7 Produto da tese 4: Manuscrito submetido para avaliação na Revista Vidya....	228
8.8 Produto da tese 5: Artigo aprovado no periódico Sustainability	229
8.9 Produto da tese 6: Artigo apresentado no XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) 2023	230
8.10 Produto da tese 7: Trabalho apresentado na forma de poster no I Encontro Interinstitucional do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências 2022.....	231
8.11 Produto da tese 8: Resumo expandido apresentado no II Encontro Interinstitucional do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências 2023.....	232
8.12 Produto da tese 9: Capítulo publicado no e-book “Debates em Educação em Ciências: desafios e possibilidades” (2023).....	233

1. NOTAS INTRODUTÓRIAS

A pesquisa científica tem início a partir de um problema ou uma pergunta sobre determinado fenômeno que exige explicações. Nesse processo, o pesquisador, que se relaciona com o mundo em que está inserido, tem a oportunidade de exercer a sua curiosidade na medida em que as suas concepções, valores e experiências vão se modificando e sendo modificadas nas interações do indivíduo com o contexto em que está inserido.

Com esse enunciado, compreendo a importância desse primeiro capítulo em apresentar e refletir sobre minha trajetória pessoal e acadêmica que me oportunizaram diferentes vivências, direcionadas por escolhas que dão sentido ao presente momento de defesa de tese de doutorado. Após a apresentação de caráter mais pessoal que virá a seguir, introduzo o objeto de pesquisa através da relação com os constructos teóricos e contextualizações pertinentes que justificam esta investigação, encerrando o capítulo com a caracterização do problema e objetivos de pesquisa.

1.1 Navegando entre faróis e inquietações do mar aberto

Caçava ratos e sapos para vendê-los aos laboratórios de exames médicos e experiências científicas – o que tornava Pé-de-Vento figura admirada, opinião das mais acatadas. Não era ele um pouco cientista, não conversava com doutores, não sabia palavras difíceis? (AMADO, 1980, p. 38)

Nessa primeira seção do texto da tese de doutorado, reflito sobre como a minha trajetória acadêmica e pessoal têm se relacionado com o objeto da presente pesquisa. Esse exercício reflexivo me permite buscar memórias, dar sentidos, ressignificar momentos em que o meu interesse, como indivíduo que escolheu a carreira acadêmica, pode ser expressado de maneira mais livre, devido ao caráter ensaístico que é comum a uma seção de apresentação de uma investigação. Destaco que a minha intenção é trazer essa visão em primeira pessoa para o restante do texto, atendendo ao devido rigor científico presente ao longo da escrita.

O primeiro obstáculo para essa escrita é o fato de que boa parte da minha relação com a temática da Educação Ambiental (EA) na Educação em Ciências (EC) foi apresentada no texto da minha dissertação de mestrado (BARBOSA, 2019). Mesmo evitando ser repetitivo, resgatarei alguns pontos essenciais da minha trajetória que estão presentes naquele texto com o objetivo de me apresentar apropriadamente para a nova Banca Examinadora no âmbito do curso de Doutorado, bem como para refletir sobre alguns momentos que podem atribuir outra importância à luz dos caminhos trilhados desde o ano de 2019.

É nesse sentido que utilizo a metáfora do indivíduo que navega em mar aberto, pois ao refletir, enxergo-me em um oceano de possibilidades e escolhas que em determinados momentos são guiadas por faróis, indicando um solo firme com maior precisão territorial. A citação à obra de Jorge Amado no início desta seção também é extremamente significativa para a escolha da metáfora, visto que o romance intitulado “A Morte e a Morte de Quincas Berro D’Água” utiliza de diversos artefatos culturais para trabalhar questões de identidade e que possuem o mar como cenário – explicando resumidamente e sem detalhes importantes para os(as) leitores(as) que ainda não conhecem essa obra literária.

A primeira sensação de estar em mar aberto e navegando sem muita direção, de acordo com as ondas e correntes do ar e da água, foi durante o encerramento da minha graduação. Estava prestes a me formar como licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) e, de certa forma, inserido no campo do Ensino, abandonei de vez as possibilidades de seguir a carreira de biólogo de campo, caso viesse a completar o restante da carga horária relativa ao bacharelado. Com as experiências em monitorias de ensino e no projeto de extensão do Museu de Anatomia daquela universidade, tomei a decisão de sair do meu território familiar para ingressar no mestrado em Educação em Ciências na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

A EA sempre me interessou, sobretudo durante uma disciplina específica durante a graduação, mas a minha identificação como educador ambiental certamente foi influenciada pelo meu interesse em questões políticas. Fiz parte do movimento estudantil durante a greve de 2012¹ e essa formação política foi essencial para que eu fosse me constituindo como ser humano crítico e, futuramente, em um educador ambiental crítico. Dessa forma, durante o mestrado me interessei em conhecer mais o campo do Ensino, especificamente a pesquisa com sequências didáticas na EC e como essas pesquisas trabalhavam a EA.

As oportunidades de trocas e parcerias acadêmicas também foram essenciais para compreender que eu não estava navegando sozinho; não era apenas um ser humano em uma pequena canoa, remando sozinho e desesperançado — por mais que acompanhar as questões ambientais e políticas, principalmente nessa interconexão entre ambas, fizessem-me sentir dessa maneira em diversos momentos. Nesse sentido, o debate de ideias dentro do grupo de

¹ No ano de 2012, mais de 60 instituições federais de ensino decidiram pela paralisação frente às reivindicações de aumento salarial da categoria docente, além de melhoria geral da educação brasileira. A greve teve adesão de mais de 100 mil servidores públicos federais, entre docentes e técnicos administrativos, bem como de milhões de estudantes em um movimento que durou 120 dias (MATTOS, 2013).

pesquisa, com os colegas do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPgECi) e, principalmente, as visitas às diferentes escolas de Porto Alegre e Região Metropolitana, que foram oportunizadas pelo meu orientador Dr. José Vicente Lima Robaina, forneceram-me latitudes e longitudes que eu não imaginava — ou melhor, não planejava.

Com o interesse elevado após concluir o mestrado, estava decidido em propor algum “produto” ou recurso didático que fosse resultado da minha trajetória cheia de inquietações e motivação política para transformar a EC, mas que também pudesse ter um retorno à sociedade. Por um lado, no momento em que escrevi a primeira versão deste texto, a questão ambiental estava tomando conta dos noticiários devido à Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de 2021 (COP26) e, sendo específico em nível temporal, dezenas de cidades no estado da Bahia e de Minas Gerais sofreram com inundações provocadas por eventos extremos de chuvas, que levaram à ocorrência de 33 mortes e mais de 500 mil pessoas afetadas². Por outro lado, no momento em que escrevo a versão final deste texto, o estado do Rio Grande do Sul (RS) enfrenta pela terceira vez um regime elevado de precipitações em um ano de *El Niño* que sucedeu a ocorrência de ciclones extratropicais junto ao litoral do estado, acumulando impactos socioambientais e tragédias pessoais³. Ainda, o mês de agosto de 2023 foi apontado como o mês mais quente da história na média mundial, refletindo a tendência de que, nas últimas duas décadas, algumas regiões do planeta experimentaram o dobro de dias sob ondas de calor, condição climática que agrava o número de mortes de grupos vulneráveis como idosos, crianças e bebês, destarte os problemas de segurança alimentar e econômicos (ROMANELLO *et al.*, 2023).

A lista de fatos históricos ligados a desastres e crimes ambientais na última década não daria conta de ser contemplada nesta seção, nem mesmo a relação desses fatos com a ascensão do populismo autoritário de extrema-direita ao redor do mundo, que, abertamente, lutam contra a proteção ambiental e o direito e cultura dos povos tradicionais. Alimentado pelo

² Conferir: ALERTAS: Cemaden analisa as chuvas extremas de 2021, ocorridas no norte de MG e sul da BA, com abordagem no monitoramento e alertas. **Notícias do Cemaden**, Brasília, 31 jan. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/cemaden-analisa-as-chuvas-extremas-de-2021-ocorridas-no-norte-de-mg-e-sul-da-ba-com-abordagem-no-monitoramento-e-alerta>. Acesso em: 20 nov. 2023.

³ Recentemente, especialistas em meteorologia explicaram que o regime de chuvas em diferentes partes do estado ao longo do ano de 2023 provocaram um acúmulo que, em novembro, irrompeu um número excessivo de enchentes das bacias hidrográficas da região Sul do país. Conferir: TRINDADE, Pedro. Enchente no RS: especialistas apontam diferenças entre eventos deste mês e ciclones de setembro. **Portal G1 RS**, 22 nov. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2023/11/22/enchente-no-rs-especialistas-apontam-diferencas-entre-eventos-deste-mes-e-ciclones-de-setembro.ghtml>. Acesso em: 23 nov. 2023.

negacionismo, o atual momento histórico conclama o protagonismo cada vez mais necessário dos educadores, em particular dos educadores ambientais e/ou científicos.

Nesse cenário de mar turbulento e noite escura, vi-me diante de um duplo desafio: realizar um período de doutorado-sanduiche na Alemanha e fazê-lo em meio à pandemia de COVID-19, sigla do inglês para “*coronavirus disease 2019*” (doença por coronavírus 2019, em tradução livre), ocasionada pelo novo coronavírus SARS-CoV-2 (sigla do inglês que significa coronavírus 2 da síndrome respiratória aguda grave). A pandemia por si só já agitou as águas em que navegava, tanto em nível pessoal quanto acadêmico, e aliado à minha primeira viagem e experiência no exterior, despertaram um medo maior do que aquele já criado pela pandemia e o isolamento social.

Porém, esse momento recente da minha vida foi importante para o amadurecimento intelectual e emocional. Sob supervisão do Dr. Christoph Randler na Universidade de Tubinga⁴, tive a experiência de viver em uma pequena cidade do interior da Alemanha, uma das maiores potências do bloco europeu, e conhecer uma língua e cultura totalmente estranhas e fascinantes. Como a necessidade de isolamento postergou minha ida às escolas – e no caso da Alemanha, inviabilizou totalmente – busquei estudar mais a temática e aprofundar meus conhecimentos sobre metodologia da pesquisa, particularmente com o uso de tratamentos estatísticos, renovando minha motivação de investigação no campo da EC.

Por mais que o sentimento fosse de medo ou desesperança, nessa trajetória vislumbrei importantes faróis que me guiaram ao longo de todo esse tempo: os interesses pela questão ambiental e pela docência — provavelmente potencializados pela minha identificação como indivíduo que reconhece sua incompletude e seu potencial transformador. Além disso, o engajamento de jovens pela luta ambiental e proteção climática, espalhados por todos os continentes, certamente representaram o momento mais esclarecedor em que esses faróis me guiaram.

Uma grande inquietação, portanto, tem me guiado durante o presente momento: quais os motivos para que jovens se interessem em participar de movimentos sociais ligados ao ambientalismo e qual o papel da educação científica em formar e multiplicar essas vozes?

⁴ A Universidade de Tubinga (*Eberhard Karls Universität Tübingen*) é uma instituição de ensino superior localizada na cidade de *Tübingen*, estado de *Baden-Württemberg*, na Alemanha, fundada em 1477 e atualmente considerada uma universidade de excelência. O período de doutorado-sanduiche que realizei na instituição compreendeu o período entre outubro de 2020 e abril de 2021.

Enquanto educador ambiental e professor de biologia e ciências que pensa criticamente, busco, na presente pesquisa de doutorado, aprofundar-me no conhecimento e investigar as relações entre as aulas de Ciências, a aquisição de conhecimento e o desenvolvimento de atitudes como um alicerce do comportamento ambiental que se preocupa com o meio ambiente em sua totalidade concreta. Para tanto, convoco as contribuições interdisciplinares de outros campos das humanidades que tratam da educação e do comportamento, ao mesmo tempo que escolho utilizar as potencialidades dos métodos quantitativos na pesquisa em EC, operacionalizando variáveis e construindo significados críticos na aprendizagem das Ciências que contribuam ainda mais para o enfrentamento da crise socioambiental que estamos assistindo há décadas.

1.2 Aportes teóricos: contextualizando a investigação

O presente texto compreende a tese de doutorado em EC e, portanto, apresenta a trajetória acadêmica, as etapas realizadas ao longo de quatro anos e cinco meses de pesquisa e os resultados e suas reflexões. Após a seção 1.1, que serviu como uma maneira de me apresentar, na qual escrevi sobre os significantes objetivos e subjetivos da minha vida pessoal e acadêmica que me levaram até o momento de escrita desta tese, prossigo para a presente seção, na qual faço apontamentos iniciais e contextualizo o objeto de estudo, apresentando, brevemente, os conceitos que balizam esta investigação.

Primeiramente, demarco a justificativa e a contextualização relacionadas à realidade concreta do fenômeno investigado na presente pesquisa, inserindo-a na interconexão entre os campos científicos da EA e EC, áreas que dispõem das lentes que serão utilizadas na investigação do referido fenômeno.

O mundo e a vida em sociedade dos tempos atuais podem ser entendidos como uma rede de expectativas e relações entre a diversidade de pessoas e as instituições, gerando atitudes e informações que, de maneira acelerada, ocupam o cotidiano dos indivíduos. A velocidade do acesso à informação tornou as relações sociais mais complexas, uma vez que as dimensões local, nacional e global têm se tornado dialeticamente mais concretas e abstratas, devido ao ritmo no qual a mídia e as redes sociais fazem parte do dia a dia de um número cada vez maior de indivíduos.

Nesse contexto, encontra-se também a crise socioambiental, anunciada por cientistas e autoridades governamentais pelo menos desde a década de 1970, que realizam, desde então, esforços para a racionalização dos impactos da atividade humana na natureza, advindos do

sistema socioeconômico hegemônico capitalista de diferentes países. Percebe-se, no entanto, que esses esforços para uma mudança na lógica da proteção e preservação do meio ambiente não foram suficientes para equilibrar a balança do impacto antrópico sobre os recursos naturais.

O aumento da temperatura global e da quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, da poluição por nutrientes dos oceanos (diminuição dos níveis de oxigênio), entre outros indicadores, são consensos científicos que expõem o risco climático causado pela lógica de produção capitalista, como, por exemplo, o uso extensivo de terras para criação de gado e a aplicação de agrotóxicos em cultivos em larga escala (SHUKLA *et al.*, 2019). Além desses dados levantados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), os desastres ambientais noticiados, como o aumento do desmatamento na Amazônia⁵, os incêndios florestais na Austrália⁶, a diminuição da superfície congelada nos polos⁷, além de crimes ambientais como o rompimento de barragens no estado de Minas Gerais⁸, revelam a relação da lógica de crescimento econômico com as mudanças climáticas e suas consequências (KLEIN, 2014).

O debate sobre as mudanças climáticas e suas consequências demonstram a crescente urgência de ações para sua mitigação, provocando a sociedade em diferentes níveis para repensar e intervir sobre o impacto ambiental dos seres humanos na natureza. Estamos testemunhando diferentes fenômenos naturais causados ou acelerados pela atividade humana, como grandes inundações, incêndios incontroláveis, desmatamento de florestas tropicais e derretimento de geleiras, que ameaçam a biodiversidade e a sustentabilidade da vida humana no planeta (HANDMER *et al.*; 2012; UNDRR, 2019). A crise socioambiental ganhou destaque para além do campo científico, em parte pelos seus efeitos estarem visíveis ao redor dos seis continentes — embora com impactos consideráveis nos países em desenvolvimento (COULIBALY; ISLAM; MANAGI, 2020).

⁵ Maiores informações podem ser consultadas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://imazon.org.br/imprensa/desmatamento-na-amazonia-cresce-29-em-2021-e-e-o-maior-dos-ultimos-10-anos/>. Acesso em: 15 nov. 2023.

⁶ Maiores informações podem ser consultadas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/australia-em-chamas/>. Acesso em: 15 nov. 2023.

⁷ Maiores informações podem ser consultadas no endereço eletrônico a seguir: PENG, X.; ZHANG, T.; FRAUENFELD, O.; *et al.* **A Holistic assessment of 1979–2016 global cryospheric extent**. *Earth's Future*, 9, e2020EF001969, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2020EF001969>. Acesso em: 15 nov. 2023.

⁸ Maiores informações podem ser consultadas no endereço eletrônico a seguir: FONTES, R. N. **Crime, desastre ou acidente?** Disputas narrativas sobre o rompimento da barragem da Samarco. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/27535>. Acesso em: 15 nov. 2023.

Um exemplo de uma participação cada vez mais ampla de atores sociais no enfrentamento da crise socioambiental é a jovem estudante sueca do ensino médio chamada Greta Thunberg⁹. No ano de 2018, Greta utilizou de seus direitos civis para faltar às aulas às sextas-feiras e apresentar-se diante do parlamento sueco para pressionar os atores políticos a tomarem medidas para mitigar a mudança climática (GESSEN, 2018). Inicialmente solitário, o protesto de Greta influenciou milhares de jovens ao redor do mundo, criando um movimento global para pressionar os poderes político e econômico por ações de combate às mudanças climáticas. O movimento despertado em 2018 tomou forma e ficou conhecido como *Fridays for Future* (no Brasil, o movimento adotou o nome Greves pelo Clima) que já atingiu um total de 18.919 protestos em mais de 150 países diferentes ao redor do mundo (FRIDAYS FOR FUTURE, 2021; FEELEY, 2021).

Tão diversas quanto abrangentes em seus participantes e demandas, estas ações de protesto climático ganharam impulso, colocando jovens ativistas ambientais como protagonistas do combate às mudanças climáticas. Sua importância também chamou atenção da imprensa e do *status quo*, uma vez que Greta Thunberg passou a fazer parte da agenda de lideranças globais, além de discursar na Conferência das Nações Unidas sobre Mudança Climática de 2018 (COP24) e no Fórum Econômico Mundial (THE GUARDIAN, 2019; WORLD ECONOMIC FORUM, 2020; ZDF, 2020).

Nesse contexto de crescente atenção e participação social frente às problemáticas da crise socioambiental, pesquisadores têm investigado a relação desses fenômenos com outros fatores cognitivos, sociais e políticos. É possível perceber, por exemplo, diferenças entre populações de diferentes países e culturas em relação ao apoio às políticas públicas para a ação climática (UNDRR; OXFORD, 2021). Os resultados do referido estudo sugerem que, em países como Alemanha e Brasil, 73% e 69% dos respondentes apoiam medidas de combate às mudanças climáticas ("devemos fazer tudo o que for necessário, urgentemente"), respectivamente; ainda, em países como a Índia e a Rússia o apoio é de 53% e 49% dos respondentes, respectivamente. Vale destacar que a metodologia desse *survey* online e seus tratamentos estatísticos foram realizados para obter uma amostra representativa da população

⁹ Greta Thunberg é uma ativista ambiental nascida em Estocolmo, na Suécia, em 2003. No mês de agosto de 2018, ela decidiu não ir à escola por um dia e iniciou uma greve pelo clima na área externa do parlamento da Suécia. As suas ações provocaram a combustão de um movimento global por ações para lidar com a crise climática, inspirando milhões de estudantes a fazerem greve pelo nosso planeta, levando Greta a ganhar diversas honrarias, inclusive uma nomeação ao Prêmio Nobel da Paz. Greta possui Síndrome de Asperger e considera essa sua condição uma dádiva que permite que ela enxergue a crise climática em "branco e preto" (THUNBERG, 2018).

gênero de cada um dos 47 (quarenta e sete) países em que os dados foram coletados e analisados de um total de um milhão e duzentos e vinte mil respondentes.

Fatores ambientais também têm sido apontados como possíveis preditores da preocupação ambiental e ação coletiva em diferentes países. Além do expressivo apoio a atitudes e políticas mais pró-ambientais, outros fatores demonstraram correlação com a intenção de participação do indivíduo em um protesto de causa ambiental, como, por exemplo, os níveis de emissão de dióxido de carbono (CO₂) de um país. Estudos indicam que quanto maior esses índices em um país, maior a porcentagem de pessoas que dizem participar de protestos ou de grupos para a proteção ambiental (POST; MENG, 2018), e que quanto menor o nível de emissão de CO₂ de um país, menor é a preocupação ambiental de seus habitantes (SANDVIK, 2008).

O que mostrei acima se refere a amplitude do alcance que o debate sobre a crise socioambiental alcançou, deixando de ser um assunto apenas de ambientalistas e cientistas climáticos e tornando-se cada vez mais um tema do cotidiano presente nos noticiários, redes sociais e salas de aula. Essa difusão da preocupação ambiental pode ser entendida como indicador de uma ruptura paradigmática¹⁰, uma vez que os padrões científicos, sociais, econômicos, políticos e culturais da sociedade moderna demonstram ineficácia explicativa e de resolução, pois de acordo com Leff (2004): 1) o sistema produtivo está esgotando os recursos naturais e o equilíbrio do meio ambiente; 2) o conhecimento e seu desenvolvimento fragmentado fazem emergir um novo pensamento da complexidade do século XXI; e 3) a concentração de poder do Estado e do mercado, bem como a reivindicação cada vez maior de democracia, justiça, participação e autonomia se potencializaram. Nas palavras do mesmo autor:

a crise ambiental é uma crise da civilização ocidental, moderna, capitalista e econômica. Sua solução não reside em internalizar seus custos ecológicos, mas em compreender a raiz dessas contradições e em construir uma nova racionalidade teórica, social e produtiva (LEFF, 2012, p.100).

É nesse contexto de crise socioambiental que os processos educativos sobre as questões ambientais vão se fortalecendo, ao mesmo tempo em que evidências científicas sobre a degradação do meio ambiente e sua alteração vão sendo empilhadas nas discussões sobre as causas e consequências dessa crise.

¹⁰ Define-se o contexto em que se coloca o conceito de ruptura paradigmática, quer seja o ambiental. É a insatisfação explicativa e resolutive do paradigma dominante que dá espaço para a emergência de novas teorias e conceitos, como é explicado a seguir no texto.

Historicamente, a dimensão ecológica dos desequilíbrios na natureza predominou no imaginário político, econômico e científico, contribuindo para um discurso que atribuía à Ciência e, posteriormente também à Tecnologia, todas as respostas e soluções de enfrentamento da crise socioambiental (LEFF, 2012; LOUREIRO, 2016).

Esta discussão ganha relevância na interconexão entre a EA e EC com o objetivo de ser um mecanismo de mudança de comportamentos da sociedade em relação à natureza através de processos educativos. Como processo educativo, a EA se mostra cada vez mais importante como processo de ressignificação da relação sociedade e natureza, necessitando maior participação da EC para potencializar com conhecimentos, atitudes e comportamentos os processos de ensino e aprendizagem, desvelando e relacionando os aspectos científicos, econômicos, políticos e culturais das problemáticas ambientais.

No contexto político-educacional brasileiro, é importante ressaltar o papel da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA, 1999) e das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA, 2012), que visam garantir a implementação de práticas educativas que promovam a preservação do meio ambiente para o estabelecimento de sociedades sustentáveis. Portanto, para a construção e disseminação do saber ambiental mencionado por Leff (2012), faz-se necessária a conexão entre a escola e o campo científico, onde a Ciência é produzida pelos campos acadêmicos, promovendo pesquisas que considerem as práticas pedagógicas e busquem o aperfeiçoamento destas para a formação de indivíduos capacitados para lidar com a crise socioambiental.

Deste modo, emerge um consenso entre pesquisadores e professores das áreas acima mencionadas em conceber a prática educativa para o desenvolvimento não somente de conhecimentos, mas também de atitudes, valores e comportamentos direcionados para a preservação ambiental (CARVALHO, 2012; LOUREIRO, 2016). As práticas educativas ambientais também são encarregadas de trabalhar esses fatores cognitivos de acordo com diretrizes curriculares nacionais e internacionais (BNCC, 2018; RIO GRANDE DO SUL, 2021; UNESCO, 2021), caracterizando um longo histórico de inclusão dos processos educativos ambientais na discussão sobre a crise socioambiental desde a década de 1970 (TBLISI, 1977).

Apesar das diferentes concepções direcionadas a esses processos nos documentos curriculares mencionados acima, particularmente no caso da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e do Referencial Curricular Gaúcho (RCG), observa-se a escolha pelo contraditório

discurso hegemônico internacional em detrimento das concepções desenvolvidas no contexto brasileiro. Frizzo e Carvalho (2018) alertam que há nos documentos curriculares brasileiros, como a BNCC e o Plano Nacional de Educação (PNE), elaborados desde a década passada, um apagamento da concepção crítica e transformadora da EA entre o desenvolvimento das discussões e versões finais dos documentos.

Deste modo, prevalece a forte influência de instituições e de metas estabelecidas internacionalmente que, a partir da concepção de Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) (UNITED NATIONS, 2015; UNESCO, 2017; 2020), estabelecem diretrizes para nortear o ensino e aprendizagem desde a década de 1970 e atualizadas nos referidos documentos. Porém, alguns autores destacam a contradição dos processos educativos ambientais orientados por essas diretrizes, pois objetivam a superação dos problemas ambientais através de ações individuais e solidárias sem explicitar as desigualdades sociais, econômicas e políticas que dão condição à crise socioambiental, ao mesmo tempo em que enfatizam soluções científicas e tecnológicas que reforçam a desconexão entre ser humano e natureza (FLEURI, 2014; LOUREIRO, 2015; 2016)

Sendo assim, após essa contextualização inicial, evidencio o apelo cada vez mais urgente de cientistas climáticos quanto aos impactos socioambientais que vivenciamos e às respostas, em nível individual e institucional, que a sociedade tem se mobilizado para colocar em ação. Observamos, por um lado, acordos entre líderes dos países no âmbito econômico e tecnológico para reduzir e mitigar os impactos da atividade humana e, por outro lado, princípios e diretrizes para a promoção de práticas educativas que propiciem uma mudança paradigmática da relação entre sociedade e natureza.

Sob a égide da sustentabilidade, assisto a minha geração e às outras que a antecederam, e percebo indivíduos em posição de poder político e/ou econômico que ignoram ou pouco se importam com a situação ambiental do nosso planeta para as gerações futuras. Em contrapartida, representantes dessas mesmas gerações futuras despontam ao demonstrarem suas preocupações com a viabilidade ambiental do planeta em que planejam e sonham conquistar suas realizações, jovens que demandam que suas vozes sejam ouvidas.

Mas, para além do pessimismo, vislumbro a resiliência na ação coletiva dos jovens, que, espalhados por diferentes cidades e países, nos indicam que a luta para superar a crise socioambiental é fortalecida com a participação social e o pensamento crítico, além das transformações necessárias em nível individual (LOUREIRO, 2012; 2019; FIELDING;

HORNSEY, 2016). A pressão popular, representada pela voz das ruas, do povo, dos movimentos sociais, é fator imperativo para a superação do reducionismo e pragmatismo no enfrentamento à crise socioambiental.

Nesse sentido, a relação social estabelecida entre sustentabilidade e EC é ressignificada ao longo do processo histórico. No momento em que vivemos, marcado discurso de alinhamento entre a ideologia desenvolvimentista e a sustentabilidade, objetiva-se um novo “contrato social” para com a Ciência que, inclusive, se baseia na harmonia com a Natureza (UNESCO, 2003). Tais pressupostos teórico-epistemológicos acerca dos processos educativos ambientais, e difundidos pela lógica hegemônica, não consideram e pouco contribuem para uma mudança, por exemplo, nas atividades industriais e de agropecuária, restringindo-se apenas à mudança de comportamentos individuais.

As instâncias políticas e econômicas são importantes, mas é a leitura crítica da realidade, cada vez mais coletiva, que levará à necessária transformação social (LOUREIRO, 2012; LEFF, 2012; CARVALHO, 2013). Nesse sentido, o ato educativo tem que ser pensado como elemento chave nesse processo, formando e inspirando diferentes gerações para a mudança efetiva de comportamentos, que não é superficial, pois deve objetivar trabalhar todos os fatores cognitivos que formam o comportamento ambiental crítico e transformador ou sustentável. Em outras palavras, o comportamento ambiental almejado possui o senso crítico das condições econômicas, políticas, sociais e ambientais, pois também se preocupa em garantir condições dignas de vida às gerações futuras. É o ensino, ação direta no contexto da Educação, que aproxima – e dá sentido – à presente tese de doutorado.

Os princípios da prática educativa ambiental mencionados acima têm semelhanças com os ideais de Educação defendido por Paulo Freire em suas obras (FREIRE, 2005a; 2005b; TORRES; FERRARI; MAESTRELLI, 2014) e têm coerência com a concepção educacional defendida nesta pesquisa. Nesse sentido, entende-se a Educação como um processo de socialização que media a apropriação cultural dos conhecimentos e das experiências na relação do sujeito com o mundo (SACRISTÁN, 2002). Nessa concepção, a instituição escolar proporciona oportunidades para que os jovens possam desenvolver, antes da vida adulta em sociedade, valores como cooperação, tolerância, responsabilidade, empatia, confiança, entre

outros, objetivando o desenvolvimento de atitudes e valores democráticos¹¹ (MANNHEIM, 1972).

Dito isso, faço a retomada para a direção da EA e EC, que, na analogia emprestada da Biologia feita por Gough (2002, p.1210-1211), se relacionam de forma mutualística:

A educação científica precisa da educação ambiental para se reafirmar no currículo, fazendo com que a ciência pareça apropriada para uma gama mais ampla de estudantes e tornando-a mais relevante em termos culturais e sociais. A educação ambiental precisa da educação científica para sustentar a realização de seus objetivos e para proporcionar a ela um espaço legítimo no currículo para atingir suas metas, pois é muito improvável que elas sejam alcançadas a partir das margens.

Por esse viés, devo dizer que reconheço que os conhecimentos adquiridos, que é a finalidade primária da aprendizagem, não são o suficiente para a mudança de atitudes e de comportamento (HEBERLEIN, 2012). Na verdade, seu efeito nesses dois fatores cognitivos é, no máximo, moderado (KAISER; KIBBE; HENTSCHKE, 2021). Ainda assim, reconheço também que o conhecimento é preditor da intenção de comportamento ambiental, que é um fator que demonstra relação mais significativa com o desenvolvimento de atitudes e comportamentos ambientais (KOLLMUSS; AGYEMAN, 2002; OTTO *et al*, 2019).

Deste modo, o ensino e aprendizagem de conhecimentos, atitudes e procedimentos científicos, quando visam a todas as suas dimensões (KAISER; FUHRER, 2003), potencializam o entendimento das temáticas ambientais. Em outras palavras, trabalhar conjuntamente a EC e a EA crítica e transformadora sinalizam o objetivo de educar para a sustentabilidade, mobilizando conhecimentos e reflexões sobre vivências na sociedade e no meio ambiente para desenvolver atitudes e comportamentos ecologicamente orientados (SILVA; TEIXEIRA, 2019).

Compreendo que esses pressupostos, se conduzidos com escolhas didático-metodológicas adequadas, se aproximam da (ou levam à) Alfabetização Científica (AC) (SASSERON, 2015; SCARPA; CAMPOS, 2018). A importância da AC pode ser inicialmente compreendida a partir da pergunta “pra quê ensinar Ciências?”, que, nas palavras de Sasseron (2019, p. 563-564), poderia ser respondida com uma reflexão oriunda de um mecanismo presente no cotidiano de muitas pessoas:

Ao inserir no Google, buscador online muito utilizado em nosso dia a dia, a pergunta que abre este texto, obtém-se mais de 14 milhões de respostas. [...] Uma amplitude de respostas e de modos de responder à pergunta. [...] Isso pode parecer simples, ou até desprovido de sentido, caso a ideia sobre realizar buscas seja concebida como ação mecânica, irrefletida. Por isso, é importante discutir como concedo tal atividade:

¹¹ Para Mannheim (1972), uma sociedade com valores democráticos favorece o desenvolvimento de indivíduos que pautam suas escolhas em busca do bem comum e pessoal ao mesmo tempo.

entendo que, antes mesmo de realizar uma busca, há uma causa que a propulsiona. Demandas externas ou internas geram questionamento por meio do qual tem início o processo. [...] Todo este processo é uma investigação. Se relacionada ao mundo natural, esta investigação certamente vincula-se às ciências da natureza.

Considerando que um indivíduo alfabetizado cientificamente é capaz de “compreender o que a ciência é, o que ela não é, como as investigações científicas são realizadas para produzir conhecimento, como o raciocínio e as explicações científicas são construídos e como a ciência contribui com a cultura e é influenciada por ela” (SCARPA; CAMPOS, 2018, p.27), essa formação deve ser planejada dos níveis mais amplos aos mais específicos. Por um lado, a intencionalidade de uma educação orientada à autonomia, ao pensamento crítico e à transformação social devem fazer parte dos discursos, currículos, formação de professores e da prática docente no cotidiano escolar. Por outro lado, as escolhas didáticas devem ser adequadas para atender a esses princípios educativos e aos pressupostos didáticos da EC que almejam a AC.

Portanto, a reflexão de Sasseron (2019) mencionada acima poderia ser extrapolada para a busca por respostas às perguntas que surgem no cotidiano. Cito um exemplo: “Por que não posso deixar a porta da geladeira aberta por muito tempo?”. Extrapolando ainda mais, podemos elencar alguns outros exemplos: “Por que o curso d’água que passa próximo à escola possui mau cheiro?”, “Por que as queimadas em outro estado do país afetam o lugar onde moro?” ou “Por que devo saber sobre o Acordo de Paris?”. Conforme argumentado pela autora no excerto na página anterior, a busca por respostas à determinadas questões possuem contextos de origem e interesse distintos; de qualquer forma, essa atividade pode ocorrer de maneira investigativa, atendendo às demandas em um processo que não se reduz apenas à dimensão conceitual da(s) resposta(s).

Certamente as perguntas acima não estão presentes na realidade ou não são provocadas em todos(as) os(as) estudantes do nosso país, mas as respostas para estes questionamentos podem vir de um processo investigativo que valoriza os saberes prévios em diálogo com os conhecimentos, processos, atitudes e valores científicos e ambientais. Ainda, devo ressaltar que não cabe o reducionismo ou a tecnocracia dentro da Educação, logo, não tenho a intenção de que todos(as) saiam da escola com o objetivo de seguir a carreira científica ou adentrar o movimento ambientalista. Porém, o cotidiano de boa parcela da população é inundado de problemas complexos que exigem decisões fundamentadas nos avanços científicos e, nesse sentido, uma cultura científica escolar tem potencial para permitir à população “participar de decisões racionais, compreender minimamente os processos de decisões mais complexos e do

sentido do desenvolvimento tecnocientífico. Tal responsabilidade não pode ser exclusiva dos poderes políticos” (CACHAPUZ, 2012, p.14).

O processo de AC possível em aulas de Ciências pode ser observado e avaliado em suas diferentes dimensões. Trata-se de estimular que os(as) estudantes percorram por conhecimentos, competências, habilidades e procedimentos que estão presentes na ação, reflexão e prática dos pressupostos da AC. Dessa forma, objetiva-se a interação reflexiva e consciente com noções, conhecimentos, procedimentos e habilidades do empreendimento científico, permitindo que os(as) estudantes interajam “com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.61). Portanto, a AC se estrutura com: 1) os conhecimentos científicos; 2) a Natureza da Ciência e suas relações ético-políticas; e 3) as relações e implicações da Ciência com as tecnologias, a sociedade e o meio ambiente (SASSERON; CARVALHO, 2011).

A avaliação da AC em sala de aula pode ser realizada através dos Indicadores da Alfabetização Científica (IAC) propostos por Sasseron e Carvalho (2008), considerando que esses indicadores não são excludentes entre si, mas revelam aspectos complementares da AC durante os processos de ensino e aprendizagem. Para as autoras, os indicadores podem ser divididos em três grupos: 1) o trabalho com os dados obtidos em uma investigação; 2) as dimensões que estruturam o pensamento no desenvolvimento de uma argumentação ou ideia; e 3) os aspectos da compreensão da investigação realizada (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Nesse sentido, é importante compreender que todos os possíveis indicadores são avaliados a partir das ações dos(as) estudantes. Por definição, compreende-se como ação do(a) estudante como “toda proposta de atividade que seja feita em parceria com o professor e que tenha objetivos e finalidades bem definidos a favor da aprendizagem” (PIZARRO; JÚNIOR, 2015), ou seja, que busca avaliar registros escritos e orais que emergem durante uma investigação realizada nas aulas de Ciências.

Essa definição é importante, pois a construção do conhecimento científico ocorre através do contato com um corpo de conhecimentos que sempre se transforma (SASSERON; CARVALHO, 2011). Essa construção conceitual, procedimental e processual perpassa aspectos éticos e políticos da natureza do conhecimento científico, bem como de suas diversas manifestações: teorias, modelos, gráficos, tabelas, entre outros que, de maneira proporcional, podem ser entendimentos manifestados por verbalizações ou registros textuais.

De acordo com Pizarro e Júnior (2015), os indícios de habilidades dos(as) estudantes no processo de AC contemplam a categorização realizada por Sasseron e Carvalho (2008) e que, após sua publicação, cunharam o termo de IAC, que é encontrado em publicações posteriores. São os IAC elencados pelas autoras que escolhi utilizar nessa pesquisa para avaliar as habilidades dos(as) estudantes no processo de AC: a seriação de informações, a organização de informações, a classificação de informações, o raciocínio lógico, o raciocínio proporcional, o levantamento de hipóteses, o teste de hipóteses, a justificativa, a previsão e a explicação.

A importância desses indicadores consiste em tornar possível o conhecimento sobre as variáveis, suas relações e a compreensão geral de determinado fenômeno que é objeto de aprendizagem (SASSERON; CARVALHO, 2008). Apesar dos IAC terem sido desenvolvidos e utilizados para analisar interações discursivas na construção de argumentos durante aulas investigativas, estudos apontam a importância da complementaridade dos tipos de discursos, incluindo a escrita e o desenho, para a organização de ideias coesas e coerentes nos processos de ensino e aprendizagem (SASSERON; CARVALHO, 2010).

No contexto da AC oportunizada pelo EnCI, a exigência de diferentes modos de discurso amplia o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e competências por estudantes que tenham algum tipo de dificuldade com a comunicação oral, além de viabilizar a mobilização de conceitos relacionados àqueles envolvidos na investigação realizada durante as aulas (SASSERON; CARVALHO, 2010; PIZARRO, 2014). Nos capítulos seguintes, realizo a retomada e aprofundamento dessas categorias e suas dimensões.

No intuito de evitar a desconexão entre indivíduo e natureza, algo observado no discurso hegemônico, e, ao mesmo tempo, explicitar as condições sociais e econômicas da crise socioambiental (LOUREIRO, 2015), a AC dos indivíduos, aliada às práticas educativas ambientais, pode favorecer a conexão com a natureza, o entendimento de possíveis causas e soluções para o enfrentamento da crise socioambiental e a tomada de decisões sobre atitudes individuais e coletivas.

Dessa forma, defendo a superação do discurso que argumenta que a solução dos problemas ambientais se dará apenas através de ações individuais e solidárias, ou que é apenas uma questão de proteção ambiental e investimento em tecnologia ambiental.

Diante de um cenário da pesquisa educacional repleto de desafios referentes ao diálogo entre a EC e as práticas educativas ambientais transformadoras e para o desenvolvimento sustentável, a presente pesquisa de doutorado propõe procedimentos e práticas pedagógicas

através de uma abordagem didática investigativa (CARVALHO, 2012) que viabilizasse a efetivação de uma EA reflexiva, crítica e emancipatória (LIMA, 2004).

Conforme venho discutindo inicialmente no presente texto e que será detalhado nos próximos capítulos, a tese que defendo é que uma abordagem investigativa de ensino pode contribuir para o processo de AC e no desenvolvimento de conhecimentos ambientais de estudantes e que, por sua vez, assim como a participação política, podem explicar atitudes e comportamentos pró-ambientais.

Neste contexto, ressaltam-se os resultados alcançados no projeto de mestrado desenvolvido neste programa de pós-graduação, quando encontrei uma baixa incidência de práticas educativas em EA escolar que se embasassem em propostas epistemológico-didáticas de ensino, após levantamento bibliográfico que resultou na análise epistemológica sobre a produção científica da área (BARBOSA, 2019). Sendo assim, o problema de pesquisa desta tese de doutorado é motivado pela lacuna encontrada na produção de conhecimento e de materiais didáticos para a EA crítica em contexto escolar, interessando investigar as possibilidades da abordagem investigativa sobre temáticas ambientais através da EC.

Conforme argumentarei ao longo do capítulo do Referencial Teórico, o planejamento de práticas educativas foi inspirado na Sequência de Ensino Investigativo (SEI) (CARVALHO, 2013; SASSERON; CARVALHO, 2008) para contemplar pressupostos da EA crítica. Desse modo, tive a intenção de proporcionar momentos de aprendizagens que não apenas desenvolvam a AC, mas também incorpore princípios da EA crítica, influenciando aspectos do comportamento ambiental de estudantes através do desenvolvimento de competências e reflexões crítica que capacitam os(as) estudantes a se tornarem agentes ativos na construção de um futuro ambientalmente justo.

Para tanto, propus, executei e avaliei a implementação de uma Sequência de Ensino Crítico-Investigativo estruturada pela metodologia ativa da RPE (SECI-RPE) para abordar as MCG. Através de análises críticas das estruturas sociais, econômicas e políticas que contribuem para os problemas ambientais, destaco o potencial de provocar nos(as) estudantes um questionamento sobre paradigmas, reconhecendo as dimensões sociais e culturais envolvidas nas questões ambientais. Ao longo do texto, realizo a fundamentação teórica e didática dessa proposta de abordagem investigativa para a EA crítica que recebeu a identificação pela sigla SECI-RPE.

Incluir os(as) estudantes em práticas epistêmicas nas atividades da EC é ainda mais necessário quando essas práticas emergem de atividades de ensino que levam em consideração práticas científicas (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; CRUJEIRAS, 2017), demonstrando sua relevância quando pensamos esse pressuposto teórico-epistemológico em sua interface com a EA. Aprender sobre Ciências a partir de investigações, argumentações e explicações tem potencial para contribuir no desenvolvimento de conhecimentos científicos e ambientais e de atitudes e comportamentos ambientais sustentáveis, aspectos que devem ser considerados em face às atuais diretrizes curriculares (BRASIL, 2018) e à crise socioambiental que se manifesta em nível local, regional e global. Particularmente sobre a EA, verifica-se um esvaziamento de sentido crítico no referido documento curricular, bem como um enfoque individualista e em consonância com o discurso hegemônico da EDS, conforme será apresentado e discutido na seção 2.1 do Referencial Teórico.

Finalizada as considerações iniciais, passo agora para a descrição da estrutura da tese de doutorado. Este texto é composto por cinco capítulos, a saber: o presente capítulo de notas introdutórias; referencial teórico; percurso metodológico; resultados e discussões; e considerações finais.

No capítulo 2 do Referencial Teórico, discorro sobre a revisão de literatura pertinente à pesquisa a partir de cinco seções: 1) “Educação Ambiental Crítica ou Educação para o Desenvolvimento Sustentável: orientações, tendências, discursos e reflexões na prática educativa”, em que aprofundo os significados desses dois campos para a prática educativa da EC e da EA; 2) “Educação em Ciências: reflexões e potencialidades do Ensino de Ciências por Investigação”, que apresenta o debate aprofundado sobre essa abordagem investigativa, especialmente sua importância para a epistemologia e a didática das Ciências; 3) “Progressos e disrupções didáticas: refletindo sobre as Metodologias Ativas e a estratégia didática da Rotação por Estações”, que contempla os referenciais mais amplos acerca das MA e um enfoque na RPE como escolha didática de estruturação de sequências de ensino; 4) “O processo educativo a partir da perspectiva da Sociologia: contribuições da teoria de Karl Mannheim sobre socialização nos espaços escolares”, onde explico alguns construtos e considerações de caráter teórico e empírico sobre a área da Sociologia em relação à Educação e, especificamente, à EC e a EA; e 5) “Contribuições da Psicologia sobre os conhecimentos e atitudes no desenvolvimento do comportamento ambiental”, que consiste a última seção direcionada ao debate da Psicologia Ambiental sobre esses construtos cognitivos no contexto do ensino e aprendizagem.

O capítulo 3 é formado pelas considerações metodológicas da pesquisa sobre sua natureza, abordagem, participantes, instrumentos de coleta e análise de dados. Além disso, discorro sobre a epistemologia dos métodos escolhidos durante a trajetória da pesquisa, em diálogo com os objetivos propostos. No capítulo 4, apresento os resultados alcançados e discussões sobre seus significados e importância para o decorrer da pesquisa, a partir das diferentes etapas e estudos realizados e sintetizando na convergência quantitativa-qualitativa. Por fim, o capítulo 5 das considerações finais encerra o presente texto com reflexões sobre os objetivos, percursos e resultados desta tese de doutorado, apontando suas limitações e destacando as contribuições para a EC e EA e possíveis desdobramentos para estudos futuros. Porém, antes de avançar para o seguinte capítulo, as próximas seções trazem o problema e os objetivos da presente pesquisa.

1.3 Problema de pesquisa

A presente tese de doutorado se constrói a partir do seguinte problema de pesquisa: de que modo o EnCI pode contribuir com a construção de conhecimentos científicos, bem como no desenvolvimento de atitudes ambientais em estudantes da Educação Básica (EB)?

1.4 Objetivos da pesquisa

De forma ampla, tive como objetivo na presente tese de doutorado compreender os conhecimentos e atitudes ambientais e os seus desenvolvimentos a partir de uma abordagem investigativa de ensino na interconexão da Educação em Ciências e Educação Ambiental. Os objetivos específicos consistiram em:

1) compreender as contribuições e diálogos interdisciplinares dos campos da Educação em Ciências, da Educação Ambiental e da Psicologia Ambiental para a construção da Alfabetização Científica e das atitudes ambientais;

2) identificar e caracterizar normas e diretrizes curriculares nacionais e internacionais da/para a Educação Básica nas áreas das Ciências da Natureza e Educação Ambiental;

3) adaptar e validar questionários de mensuração de conhecimentos e atitudes ambientais com adolescentes e adultos;

4) analisar o potencial de uma intervenção didática sobre Mudanças Climáticas Globais, através de uma abordagem investigativa, para a construção da AC e das atitudes ambientais de adolescentes no contexto escolar.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo tem como objetivo apresentar e discutir os conceitos mobilizados para a construção do problema e da pesquisa em si. Considerando o capítulo inicial, a partir desse momento passo para o aprofundamento teórico das questões que contextualizam e justificam a presente pesquisa e sua importância para o Ensino.

Na seção 2.1 deste capítulo, realizo apontamentos sobre o discurso institucional circundante a EA e a EC, quer sejam diretrizes educacionais ou currículos normativos legalmente estabelecidos. Na seção seguinte (2.2.), avanço para a discussão teórico-didática em relação à abordagem didática investigativa na EC, realizando um aprofundamento dessa concepção de ensino nos processos cognitivos de estudantes a partir dos eixos estruturantes e indicadores da AC, suas vantagens para a EC e relações com a EA.

Em seguida, busco na seção 2.3 apresentar e discutir sobre as metodologias ativas na EC, com o foco para a metodologia de ensino híbrido denominada Rotação por Estações (RPE). Esta seção, acrescentada após o Exame de Qualificação, emergiu como possibilidade de implementação da abordagem didática investigativa nas etapas de campo da presente pesquisa, conforme será detalhado no capítulo do Percurso Metodológico. Faço uma reflexão teórica na seção 2.4 a partir da Sociologia, tendo como enfoque a concepção de socialização que ocorre nos espaços escolares e sua importância para a formação cidadã, à luz da Teoria da Educação Social e Karl Mannheim.

Continuando com um olhar interdisciplinar, na última seção (2.5) faço uma síntese e direcionamento dos conceitos das seções 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4 através das contribuições da Psicologia Ambiental, particularmente das teorias sobre o comportamento ambiental e a importância dos conhecimentos, atitudes e valores.

2.1 Educação Ambiental Crítica ou Educação para o Desenvolvimento Sustentável: orientações, tendências, discursos e reflexões na prática educativa

Nessa seção, busco apresentar discurso institucional circundante a EA e a EC após revisão documental. Com um enfoque em documentos nacionais e internacionais sobre a EA, apresento a trajetória histórica, institucional e do campo da referida área e, dessa forma, destaco os principais conceitos que relacionam a EA e EC através de diretrizes curriculares em diferentes níveis institucionais.

No âmbito da discussão institucional e científica, os processos educativos pertencentes à EA e à EC vão ganhando importância desde a publicação do livro “Primavera Silenciosa” de Rachel Carson (1969) na década de 60, que se convencionou chamar de início da EA. O alerta feito sobre o impacto ecológico da aplicação de pesticidas em lavouras nos Estados Unidos da América gerou a crescente preocupação para reduzir o impacto da atividade humana na natureza que deveria ocorrer, concomitantemente, com a instrução da população para aprender a identificar, analisar e tomar decisões sobre as problemáticas oriundas da relação sociedade e natureza.

Internacionalmente, os alicerces da importância dada à EA podem ser encontrados no relatório de Brundtland (1988), que estabelece o conceito de desenvolvimento sustentável como princípio norteador da ação de diversas nações para combater os problemas ambientais. Esse relatório, também conhecido como “Nosso futuro comum” (traduzido da expressão em língua inglesa *Our common future*), defende o desenvolvimento sustentável como um princípio multidimensional de uma complexa rede de objetivos a serem atingidos para enfrentar a crise ambiental, sendo estes: i) a satisfação das necessidades básicas; ii) a solidariedade com as gerações futuras; iii) a participação da população envolvida; iv) a conservação dos recursos naturais e do meio ambiente em geral; v) a elaboração de um sistema social que garanta emprego, segurança e respeito a outras culturas; e vi) a elaboração de programas de educação (CMMAD, 1988).

Embora colocada em último lugar na lista, a educação passou a receber mais atenção nas diretrizes estabelecidas nas reuniões de Nações, bancos e empresários a partir desse marco institucional, principalmente quando os movimentos sociais e a população tiveram suas demandas amplificadas nessas reuniões. O primeiro marco importante dessa

“desegemonização” foi a Convenção da Rio 92¹², que contou com a participação de diferentes movimentos sociais da luta pela terra, indígena, quilombola e ambiental, resultando na divulgação da Carta da Terra, um documento que coloca a necessidade de planejamentos e avaliações periódicas dos objetivos e ações para o combate da crise ambiental. Nessa mesma década, ressalta-se a elaboração do Documento do Milênio pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2000), que continha, entre outras metas, a criação dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) e que, dois anos mais tarde, em 2002, seriam operacionalizados a partir das diretrizes do documento chamado Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (DEDS) (UNESCO, 2005).

Em todos esses documentos, tanto o conceito de sustentabilidade quanto o de desenvolvimento sustentável, formulado e reforçado na virada do século XXI, defendem que o desenvolvimento a ser seguido é aquele “que satisfaz às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer suas próprias necessidades” (UNESCO, 2005, p.37). Reforça-se o caráter amplo desse conceito, que tem como objetivo “melhorar a qualidade da vida humana respeitando a capacidade do ecossistema” (UNESCO, 2005, p.36) a partir do seguinte entendimento:

Em termos gerais, enquanto a poluição provocada pela produção no mundo industrializado, a carga ambiental derivada do consumo tem crescido inexoravelmente. Cada vez mais é evidente que muitas questões sociais, econômicas e ambientais estão relacionadas entre si, como, por exemplo, pobreza, distribuição desigual de recursos, crescimento demográfico, migração, desnutrição, saúde e HIV/Aids, mudanças climáticas, fornecimento de energia, ecossistemas, diversidade biológica, recursos hídricos, segurança alimentar e toxinas prejudiciais ao meio ambiente. (UNESCO, 2005, p.28).

Apesar de suas limitações e relativa ineficácia, todos esses documentos demonstram uma evolução do pensamento de enfrentamento a crise ambiental que, dado o referencial e contexto histórico exposto acima, passa a ser considerada uma crise socioambiental. Dessa forma, consolidam-se os princípios ou valores da sustentabilidade cunhados por Sachs (1986), na medida em que o mundo passa a se preocupar e a solucionar problemas não somente relacionados à proteção do meio ambiente, ou seja, dos recursos naturais necessários para o sistema produtivo, mas também incorpora aspectos sociais e econômicos relativos à

¹² A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, ou simplesmente Rio 92, reuniu 114 chefes de Estado e delegações de 178 países para discutir e estabelecer diretrizes sobre a questão ambiental, sob a ideologia do Desenvolvimento Sustentável. Essa reunião estipulou metas de desenvolvimento econômico e conservação ambiental para serem verificadas em eventos futuros, nesse caso, a Rio +10 (2002) e +20 (2012). [Vale ressaltar que a Rio 92 marcou a inclusão do social na pauta ambiental, ao mesmo tempo que incluiu diferentes organizações da sociedade civil nas discussões; no entanto, os interesses e discursos no contexto político da época expressavam um embate entre o crescimento do neoliberalismo econômico defendido pelas nações e elites internacionais e a luta popular pela justiça socioambiental.](#)

insustentabilidade da lógica de crescimento econômico sem limites (UNESCO, 2017; 2019; 2020; 2021).

Porém, alguns autores têm alertado que todos esses esforços direcionados no século XX foram pouco efetivos, incluindo os princípios e valores contidos na Carta da Terra¹³, as orientações as orientações da Agenda 21¹⁴ e até mesmo os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio¹⁵, devido à falta de execução pelas Nações e diferentes instituições envolvidas, refletindo a insuficientes implementação e avaliação de tais esforços (SATO, 2002; GALLO *et al.*, 2012). Para superar esse fracasso, o documento do DEDS traz orientações, metas e mecanismos de avaliação permanente mais concretos e que também refletem maior inclusão e impacto de um espectro ainda maior da sociedade civil (ALVES, 2015).

Como parte dos objetivos, todo esse escopo teórico e documental serviu de referência para a construção de políticas públicas educacionais e/ou ambientais que corroborassem com as diretrizes e metas estabelecidas por parte de todos os países. O Brasil demonstrou acompanhar a preocupação com a questão ambiental ao incorporar o pensamento internacional nas suas diretrizes e políticas ambientais desde os anos 1980. Foi nessa década que tivemos a promulgação da Política Nacional de Meio Ambiente (1981) que, apesar de indicar essa preocupação brasileira, contemplava aspectos ecológicos, econômicos e fiscalizatórios de proteção e restauração do meio ambiente, restando apenas um inciso em todo o texto dedicado à EA. Na mesma década, com a promulgação da Constituição Federal (1988), tivemos a incorporação das questões ambientais nesse texto legal-normativo mais importante do país, o que chamou a atenção devido ao ineditismo e intenção de protagonismo no debate ambiental.

A partir da criação de alguns aparatos jurídico-normativos, como por exemplo, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), pode-se perceber a consolidação em nosso território do discurso hegemônico preocupado apenas com os desequilíbrios naturais dos ecossistemas que deveriam ser solucionados para permitir a contínua viabilidade do sistema produtivo. Em outras palavras, a institucionalização da preocupação ambiental brasileira acompanhou a lógica mundial

¹³ Maiores informações podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/educacao-ambiental/pol%C3%ADtica-nacional-de-educac%C3%A7%C3%A3o-ambiental/documentos-referenciais/item/8071-carta-da-terra.html>. Acesso em: 10 mar. 2022.

¹⁴ Maiores informações podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html>. Acesso em: 10 mar. 2022.

¹⁵ Maiores informações podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <http://www.odmbrasil.gov.br/os-objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio>. Acesso em: 10 mar. 2022.

utilitarista que dominou até os anos de 1990, portanto, com pouca consideração aos contextos de desigualdades sociais, econômicas e territoriais das problemáticas ambientais.

Com a realização da Rio 92, que marcou uma mudança paradigmática na percepção da relação sociedade-natureza, tanto em esfera internacional quanto nacional, verifica-se a consolidação das práticas educativas ambientais direcionadas ao enfrentamento da crise socioambiental.

É justamente no final da década de 1990 que o texto da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) é divulgado (1999), embora a lei tenha sido promulgada apenas em 2001. Nesse documento, explicita-se a necessidade de a EA ser implementada em todos os níveis de ensino como esforço de conscientização ambiental da população frente às demandas de mudança de comportamentos e aquisição de conhecimento ambiental.

É importante destacar que a PNEA aborda regulamentações, princípios, diretrizes e objetivos de uma EA transdisciplinar, isto é, o ensino e aprendizagem das temáticas ambientais devem ocorrer em todas as disciplinas do currículo. Dessa forma, demonstra um entendimento sobre a complexidade das problemáticas ambientais que não devem ser trabalhadas apenas em disciplinas oriundas das Ciências Naturais, ou mesmo como uma disciplina separada que se intitularia EA.

Caracteriza-se, portanto, a mudança do paradigma dominante para um paradigma emergente, na medida em que os processos ambientais e educativos devem contemplar, além de conhecimentos ecológicos, os conhecimentos sociais, culturais e históricos que permeiam as problemáticas socioambientais.

Deste modo, revela-se uma característica singular da percepção das práticas educativas ambientais, caracterizando relativo movimento contra-hegemônico dos países da América Latina e não como uma disciplina exclusiva e desconectada dos outros conteúdos curriculares, como é possível encontrar em países da América do Norte e da Europa (UNESCO, 2021).

O conjunto de políticas educativas e ambientais do Brasil é resultado das disputas ideológicas, políticas e institucionais responsáveis pela discussão e escrita de tais documentos. No cenário brasileiro, o conceito e as diretrizes relativos à EDS não foram bem aceitos devido à sua origem vinculada ao neoliberalismo econômico e, como consequência, sua adoção foi praticamente nula, propondo-se o conceito alternativo de Sociedades Sustentáveis como um reflexo do pensamento crítico e transformador do movimento ambientalista no contexto do Sul Global (LOUREIRO, 2016; SILVA; TEIXEIRA, 2019).

O conceito de Sociedades Sustentáveis é operacionalizado e desenvolvido ao longo da argumentação do presente capítulo, porém a sua definição pode ser vinculada ao entendimento que o desenvolvimento não deve ser o foco da sustentabilidade. Em outras palavras, a relação entre meio ambiente e a sustentabilidade é ressignificada com o objetivo de superar o dualismo natureza e humanidade, convocando a coletividade a desempenhar um papel importante nas relações sociedade e natureza tendo como cenário o espaço público (CARVALHO, 2013; LOUREIRO, 2016).

No entanto, prevalece o conceito de EA para denominar as práticas educativas sobre temáticas ambientais distribuídas pelos currículos na forma de conteúdo de distintas disciplinas, bem como em espaços não escolares de ensino (SILVA; TEIXEIRA, 2019). Nesse sentido, tem-se, dez anos depois, a elaboração das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA, 2012), que buscou reforçar as orientações teóricas, didáticas e institucionais da EA.

Apresentando o marco legal, princípios, objetivos e organização curricular, esse documento orienta a concepção das práticas educativas ambientais que devem ocorrer em todos os níveis de ensino. Reforçando o posicionamento político-epistemológico do conceito de EA, o texto das DCNEA demonstra alinhamento com uma tendência crítica e transformadora. Como pode ser lido, para as DCNEA a prática da EA deve “estimular o reconhecimento e valorização da diversidade dos múltiplos saberes [...], em especial dos povos originários e comunidades tradicionais” (DCNEA, 2012, p.5), ao mesmo tempo em que objetiva o:

aprofundamento do pensamento crítico-reflexivo mediante estudos científicos, socioeconômicos, políticos e históricos a partir da dimensão socioambiental, valorizando a participação, a cooperação, o senso de justiça e a responsabilidade da comunidade educacional em contraposição às relações de dominação e exploração presentes na realidade atual (DCNEA, 2012, p.4)

Os trechos acima mencionados são alguns exemplos do discurso explicitamente crítico presente no documento, porém, revela-se a incorporação de constructos do conceito de EDS. Como contrapartida dos acordos em que o Brasil assinou no âmbito da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e da Organização das Nações Unidas (ONU), percebe-se a adoção mínima da concepção de EDS ao mencionar o desenvolvimento de habilidades ou a criação de espaços educadores sustentáveis. No entanto, essa concepção de EA crítica e transformadora da DCNEA contrasta com a concepção da prática educativa ambiental presente nos documentos de centralização curricular que estariam por vir nos anos seguintes com a elaboração da BNCC para o Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM).

Contrariando a tendência demarcada pelas DCNEA, o texto da BNCC reflete um distanciamento teórico da vertente crítica e transformada da EA ao dar pouca ênfase na definição de EA. Observam-se apenas cinco menções ao termo “Educação Ambiental” no texto da BNCC para o EM, localizadas em uma única página e que se referem ao marco legal brasileiro (a saber, PNEA e DCNEA), tratando a EA na forma de tema contemporâneo, junto com Educação para o Trânsito e Educação para as Relações Étnico-Raciais (BNCC, 2018).

Por outro lado, o documento da BNCC para o EM mostra um foco claro em conceitos oriundos da concepção de EDS. Tendo em vista a ocorrência maior de termos como “sustentabilidade” e “socioambiental”, o nível teórico-epistemológico da BNCC para o EM demonstra alinhamento com a definição de EDS (BNCC, 2018) e, logo, uma aparente inflexão da concepção das práticas educativas ambientais realizadas na Educação Básica. O mesmo cenário pode ser encontrado também no texto da BNCC para o EF, com o encolhimento da concepção da EA conforme seu marco legal, bem como às citações circunstanciais à EDS (SILVA; TEIXEIRA, 2019). Sendo assim, verifico o caráter centralizador desse documento curricular que, além de representar um retrocesso para a EA, também se demonstra pouco resolutivo para as demandas e dificuldades na atual realidade escolar brasileira.

Deste modo, o enfoque está voltado para o ensino e aprendizagem de temáticas ambientais no âmbito de competências e habilidades. Vale destacar que os conteúdos curriculares devem promover o desenvolvimento desses elementos cognitivos na medida em que contextualizam com a complexidade de fatores intrínsecos às problemáticas ambientais e, com esse viés, tem potencial para contemplar aspectos de todas as áreas do conhecimento. A BNCC para o EM elenca diferentes competências gerais, específicas e habilidades distribuídas dentro das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, Linguagens e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias, no entanto, o enfoque maior está na primeira área e o menor na última área mencionada (BNCC, 2018).

O caráter integrador da EA permanece, conforme definido pela PNEA, sendo que municípios e estados são responsáveis pela operacionalização dessa organização curricular, juntamente com os Projetos Políticos Pedagógicos (PPP) de milhares de escolas do país. Apesar de não ser o objetivo desta pesquisa, convém mencionar que o texto da BNCC é alvo de muitas críticas, tanto sobre as disputas políticas dos agentes sociais interessados na elaboração do documento (MACEDO, 2016), quanto do campo do Ensino e Currículo, no que se refere à controversa tentativa de centralização curricular através do ensino e aprendizagem por itinerários formativos e projetos de vida em um país desigual e diverso.

Nesse contexto, destaco o discurso de legitimação da BNCC como um documento construído com um viés democrático, de ampla participação, e que tem respaldo pela comunidade acadêmica. Essa legitimação se restringe apenas o nível do discurso, visto a dificuldade de ouvir adequadamente as inúmeras consultas realizadas junto às comunidades escolares, bem como de atender diretamente a consulta realizada com pesquisadores(as) da área (FREITAS; SILVA; LEITE, 2018).

Outro ponto da BNCC que recebe muitas críticas é em relação à carga horária mínima obrigatória para o EM que foi reduzida para incorporar os itinerários formativos como forma de dar uma formação específica e alinhada com os interesses dos(as) estudantes. Além da dificuldade de oferta democrática desses itinerários, essa política curricular tende a ser pouco efetiva na resolução de desigualdades educacionais e sociais e reduz o tempo de aprendizagens significativas para os componentes do currículo obrigatório (MASSONI; ALVES-BRITO; CUNHA, 2021).

A construção crítica e reflexiva sobre o currículo é importante ao considerarmos a BNCC como um arcabouço para a elaboração de currículos em nível estadual. No estado do RS, resgato a elaboração do RCG, tanto para o EF e o EM, que apresenta os mesmos problemas de construção democrática e legitimação que destaquei sobre a BNCC. No RCG, observo que algumas das competências e habilidades foram reescritas ou interpretadas para facilitar a instrução aos(as) professores(as), no entanto, permanecem os pressupostos pedagógicos que receberam críticas no contexto da BNCC e a insuficiência em contextualizar com questões regionais do estado do RS (MASSONI; ALVES-BRITO; CUNHA, 2021).

Particularmente em relação à EA, observo que o RCG acompanha a inflexão do campo que tem sido analisada nos documentos curriculares nacionais. Além da ausência de menção ao termo EA, os excertos que fazem menção ao “ambiental” ou “ambiente”, apesar de estarem em maior número no RCG, convergem para o esvaziamento teórico e epistemológico da tendência crítica da EA brasileira (BEYER, 2022). Encontrados em 17 (dezessete) e 48 (quarenta e oito) excertos na BNCC e no RCG, respectivamente, os termos são utilizados em uma perspectiva conservacionista da EA que discute a responsabilidade humana em desenvolver maneiras de resolver as problemáticas ambientais (BEYER, 2022). Ou seja, o que lê e se defende como prática educativa para a aprendizagem de temáticas ambientais, em termos de currículo, está em consonância com a visão de mundo da lógica neoliberal, como destaco através dos excertos a seguir:

Formular propostas, intervir e tomar decisões que levem em conta o bem comum e os Direitos Humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global (BRASIL, 2018, p. 493).

Problematizar hábitos e práticas individuais e coletivos de produção, reaproveitamento e descarte de resíduos em metrópoles, áreas urbanas e rurais, e comunidades com diferentes características socioeconômicas, e elaborar e/ou selecionar propostas de ação que promovam a sustentabilidade socioambiental, o combate à poluição sistêmica e o consumo responsável (RIO GRANDE DO SUL, 2021, p. 135).

Diante do exposto acima, apesar do amplo aparato legal e curricular, o que se vê na realidade brasileira é a pouca efetividade prática dos referidos documentos. Dentre os limites e desafios concretos, destaca-se a descontinuidade das práticas de EA, que alternam entre períodos de efervescência e de imobilismo (LAYRARGUES, 2012), resultando, conforme destacam Silva e Teixeira (2019, p.9):

em enfraquecimento prático (e político) das instâncias relativas à EA e das ações educativas, contribuindo, como é comum nos sistemas jurídico-normativos brasileiro, para um avanço normativo e institucional, parcaamente enraizado na sociedade, resultando mais em dominação e direcionamento das orientações vigentes do que numa mudança de paradigmas.

De maneira geral, a inflexão da EA nos currículos se demonstra de forma objetiva e subjetiva. Conforme argumentei, o conceito de EA foi cada vez menos utilizado em documentos curriculares nos últimos 30 anos, culminando na BNCC que, apesar disso, mantém o caráter transversal da EA. Por outro lado, as práticas educativas ambientais foram sendo permeadas pelas diferentes áreas dos currículos para todos os níveis de ensino, com um discurso direcionado para a preservação do meio ambiente e da valorização da relação entre ser humano e natureza (BRANCO; ROYER; BRANCO, 2018). Entendo, portanto, que a EA perde sua força enquanto concepção crítica, à medida que o enfoque curricular se apresenta como ineficaz e reducionista por se orientar prioritariamente através de conceitos como preservação ambiental e sustentabilidade em detrimento do estímulo à uma consciência crítica através de reflexões sobre desigualdades socioeconômicas, relações de produção e consumismo e racismo ambiental.

Além disso, muitas vezes as práticas educativas ambientais com a concepção da EDS são recebidas como “mais uma tarefa” a ser cumprida pelos(as) professores(as) (SANTOS, 2013; LOUREIRO, 2016). Esses autores argumentam que, para os profissionais da educação, é desafiador assimilar epistemologicamente as práticas educativas ambientais, seja devido às suas características prescritivas, pragmáticas e/ou instrumentalizadas, seja porque também devem lidar com extensas jornadas de trabalho e com a precarização de seu ofício (SANTOS, 2013; LOUREIRO, 2016). Desse modo, Loureiro (2016, p.63) argumenta que:

Educar para... dá a entender que se educa com fins instrumentais, que podem estar dissociados de fins emancipatórios e reflexivos. O determinante fica no como e não no porque, para que, para quem. É como se a educação servisse para criar competências, capacidades, habilidades e comportamentos sem que estes estivessem necessariamente vinculados ao pensar o mundo, ao refletir sobre a existência, ao compreender as relações que geram os processos destrutivos da natureza, ao atuar como cidadão na construção da história e da vida pública e ao se posicionar politicamente.

A efetividade da EA ou do EDS também enfrenta desafios relativos à didática e à formação de professores. No relatório investigativo da UNESCO intitulado *Learn for our planet*” (Aprender para o nosso planeta, em tradução literal), divulgado em 2021, revela-se que a aprendizagem das questões ambientais esbarra na pouca ênfase dada às teorias de aprendizagem e de didática (FREDRIKSSON *et al.*, 2020), aliado ao baixo contato com os conceitos das questões ambientais e da EDS nos cursos de formação inicial e continuada de professores (UNESCO, 2021).

2.2 Educação em Ciências: reflexões e potencialidades de uma abordagem didática em sala de aula

Nessa seção, apresento a abordagem didática investigativa na EC, aprofundamos essa concepção de ensino ao analisar os processos cognitivos dos estudantes por meio dos eixos estruturantes da AC, as etapas de uma SEI e dos IAC, destacando suas vantagens para a EC e suas interações com a EA.

A argumentação apresentada sobre a importância dos conhecimentos, atitudes, competências e valores também é verificada em documentos curriculares no Brasil. Com inspiração construtivista, essa importância estava presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1997), perpassando as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (DCNEB, 2013) e culminando na centralização curricular da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), particularmente na área de Ciências da Natureza, devido à incorporação de objetivos de aprendizagem como o letramento científico.

Essa preocupação, que levou à atualização dos currículos em diversos países, reflete a constatação do descompasso entre a dinâmica e a necessidade da sociedade em relação às Ciências, por um lado, e o modo como as ciências são ensinadas nas escolas, por outro (POZO; CRESPO, 2009). Para os autores, a crise educacional ou de aprendizagem, especificamente em relação a EC, ocasiona a perda de sentido do conhecimento científico, pois, além dos desafios cognitivos da aprendizagem conceitual, atitudinal e procedimental, os(as) estudantes se

encontram desinteressados ou não compreendem o valor do conhecimento científico com práticas escolares que focam apenas na aplicabilidade desse conhecimento.

As definições sobre os conteúdos da aprendizagem são amplamente utilizadas na literatura da EC e, com base em autores como Pozo e Crespo (2009) e Zabala (1998), são um marco inicial que perpassa outros conceitos que serão mobilizados ao longo deste capítulo, sendo importante destacá-los. De acordo com Pozo e Crespo (2009), a definição de aprendizagem diz respeito à: 1) aprendizagem conceitual, que compreende o ensino de conceitos que permitem o entendimento de dados (maior especificidade) e de princípios (maior generalização); 2) à aprendizagem atitudinal, que é importante ao permitir o ensino de normas científicas que regem atitudes (maior especificidade) e valores (maior generalização); e, por fim, 3) à aprendizagem procedimental, referente ao ensino de técnicas (maior especificidade) e estratégias (maior generalização) ligadas ao fazer científico.

Nesse sentido, Duschl (2008) contribui com uma revisão bibliográfica e documental sobre a pesquisa e os currículos de EC e aponta para uma mudança de cosmovisão, isto é, o que ensinar perdeu ênfase e deu lugar aos questionamentos de porquê ensinar o que sabemos e como ensinar o que sabemos. O autor defende que, para entender a Ciência e, conseqüentemente, aprender sobre os conceitos, os(as) estudantes devem ter um ambiente de aprendizagem propício que estimule práticas sociais e epistêmicas relacionadas ao fazer científico. Ainda segundo o autor, existe a compreensão de que a aprendizagem das Ciências é um processo complexo, na qual a Ciência deve ser entendida "como uma complexidade de fatores cognitivos, epistêmicos e de práticas sociais" (DUSCHL, 2008, p.7).

Adotando esse pressuposto, Jiménez-Aleixandre e Crujeiras (2017) argumentam que o ensino e aprendizagem das Ciências devem ser centrados em práticas científicas, porém o enfoque não deve ser conceitual, mas sim sobre as dimensões epistêmicas e sociais que envolvem aquelas práticas. Sendo assim, o ensino e aprendizagem de Ciências têm potencial para contemplar atividades que proporcionam aos(as) estudantes a argumentação, explicação e entendimento sobre teorias ou modelos para que se possa avaliar o engajamento social e epistêmico desses(as) estudantes a partir do processo de seleção de evidências e explicações que satisfaçam o fenômeno estudado (DUSCHL, 2008).

A necessidade de incluir os(as) estudantes em práticas sociais e epistêmicas na EC é potencializada quando estas emergem de atividades de ensino com práticas científicas (PLUTA; CHINN; DUNCAN, 2011; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; CRUJEIRAS, 2017) e,

portanto, agregam as dimensões epistêmicas e sociais no ato educativo sobre o conhecimento científico. As práticas epistêmicas são definidas como uma forma de reflexão sobre o que sabemos, como sabemos e porquê sabemos através do pensamento analítico, processos e autorregulação, dentro do contexto das práticas científicas específicas às diferentes áreas do conhecimento (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; CRUJEIRAS, 2017). Dessa forma, as referidas autoras argumentam que essas práticas podem sobrepor às práticas científicas, uma vez que a investigação, avaliação e explicação são condutas epistêmicas do fazer científico.

Não tenho a intenção de me aprofundar no debate epistemológico, porém, os elementos expostos acima corroboram para integrar as dimensões da EC relacionadas às estruturas conceituais e processuais do pensamento científico, os pressupostos epistemológicos da produção e validação do conhecimento e o contexto da comunicação e argumentação do conhecimento científico (DUSCHL, 2008). Nesse sentido, indicam as concepções que devem ser levadas para as salas de aula de Ciências no intento de superação do ensino e aprendizagem conteudista e com base na memorização, aproximando a Ciência e a Educação Básica.

Tais constructos teóricos corroboram para o que se defende, tanto nos currículos quanto nas pesquisas em EC, sobre a necessidade de aprender sobre o que é, como se faz e qual a contribuição da Ciência, resultando na AC dos indivíduos (SCARPA; CAMPOS, 2018). Dessa forma, a abordagem didática investigativa demonstra ser uma orientação teórico-didática que operacionaliza os processos da AC (SASSERON; CARVALHO, 2008; SASSERON, 2018). Com essa abordagem didática, a aprendizagem conceitual, atitudinal e procedimental dos conteúdos científicos e ambientais pode ser potencializada, uma vez que essa abordagem didática já demonstrou ser importante para a motivação dos(as) estudantes ou para a construção de uma cultura científica escolar (SASSERON; CARVALHO, 2011; SASSERON, 2015). O professor que orienta os(as) estudantes em uma investigação na sala de aula pode contribuir para:

a valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes e para o desenvolvimento de uma postura investigativa perante o mundo, em que eles podem articular a sua capacidade de observação e descrição da realidade com marcos teóricos disponíveis e com a sua curiosidade para problematizar o mundo (SCARPA; CAMPOS, 2018, p.30)

Essa concepção desponta como princípio há algumas décadas, originalmente vinculada às reformas curriculares dos Estados Unidos da América desde a década de 1950 (KRASILCHIK, 2000). Sendo assim, a evolução do pensamento sobre a forma de ensinar Ciências vem sofrendo forte influência do contexto histórico e político que, segundo a autora,

à época, era concebida através da realização de experimentos como didática apropriada dentro do objetivo de formação de indivíduos capacitados para se tornarem cientistas.

No entanto, atualmente, esse pensamento assume um caráter mais complexo, compreendendo a abordagem didática investigativa na EC e superando a mera reprodução de experimentos. O debate teórico acerca da investigação científica em sala de aula ganhou contornos mais críticos, sofrendo influências tanto do debate sobre a questão ambiental, quanto dos avanços científico-tecnológicos e suas relações com os aspectos científicos e sociais (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Antes de avançar para o aprofundamento dos pressupostos teóricos da abordagem didática investigativa adotados por essa pesquisa, acredito ser importante estabelecer a definição de AC. Por fundamentar um dos conceitos basilares desta tese, considero como essencial para entender o objetivo, importância e escolha da abordagem investigativa como referencial teórico. Além de Scarpa e Silva (2018), me apoio no entendimento de Sasseron e Carvalho (2011, p. 61) de que a AC:

permite aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico.

Essa definição de AC proposta pelas autoras é estruturada em três eixos estruturantes, que devem ser considerados no momento do planejamento das aulas de Ciências. O primeiro eixo estruturante da AC diz respeito à compreensão de termos, conhecimentos e conceitos científicos, proporcionando aos(as) estudantes “a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.75). Outro aspecto importante é a compreensão da natureza da Ciência e as relações políticas e éticas do empreendimento científico, trazendo para a sala de aula a importante característica da Ciência como construção de conhecimentos que são transformados constantemente através de “aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes em situações diversas e de modo apropriado em seu dia a dia” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.75). Segundo as autoras, o terceiro e último eixo estruturante da AC diz respeito à ênfase na contextualização dos conhecimentos e processos científicos através do entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), que evidencia a complexidade do entrelaçamento dos problemas concernentes a esses contextos.

Portanto, o conceito de AC desponta como orientação e objetivo do ensino e aprendizagem de Ciências por investigação. As escolhas didáticas apropriadas devem

possibilitar que os(as) estudantes se apropriem e transformem o mundo em que estão inseridos mediante a experiência prática reflexiva e em interação com conceitos e habilidades da Ciência (SASSERON; MACHADO, 2017).

O consenso sobre ensinar e aprender Ciências por uma abordagem didática investigativa demonstra grande incidência na pesquisa educacional e prática docente no contexto nacional e internacional. No Brasil, apesar da baixa incidência de pesquisadores dessa temática na região Norte, a abordagem didática investigativa é a concepção teórico-didática mais empregada nos processos de ensino e aprendizagem (PAULETTI, 2021). Ainda segundo a autora, a pesquisa como princípio educativo no cenário brasileiro está dividida em duas concepções: o educar pela pesquisa – que também retrata a pesquisa em sala de aula – e o ensino por investigação. No contexto internacional, essa abordagem é sintetizada pela concepção do *Inquiry Based Science Education* que, em certa medida, tem grande influência da concepção mais generalizada do *Inquiry Based Teaching* (PEDASTE et al. ,2015; PAULETTI, 2020).

Analisando as três concepções da pesquisa como princípio educativo que evidenciam a AC — o ensino por investigação, a pesquisa em sala de aula e o educar pela pesquisa —, verifica-se uma convergência de pressupostos fundamentais para sua implementação. Pauletti (2020; 2021) aponta que os pontos em comum são: a importância da questão ou problema; o questionamento reconstrutivo; a reconstrução do conhecimento; a necessidade de fomento à escrita; e a comunicação dos resultados da investigação. As concepções também possuem divergência quanto à sequência das etapas e aos graus de liberdade dos(as) estudantes, porém:

[...] essas proximidades e distanciamentos entre as etapas de práticas investigativas de diferentes contextos, possivelmente, são características das influências e da própria origem de cada prática/concepção investigativa. O fato de a concepção ter influência dos modos tradicionais de fazer ciência ou em processos mais narrativos de integrar o pensamento científico às ações cotidianas pode levar a métodos distintos de investigação na escola (PAULETTI, 2020, p. 443).

Dessa forma, o objetivo comum é a proposição de aulas investigativas que se tornem uma prática de mediação das significações dos(as) estudantes em um processo simplificado do trabalho científico e que leva à uma ampliação da cultura científica escolar (CARVALHO, 2013; SASSERON; CARVALHO, 2008). Com esse objetivo, os distanciamentos em relação ao que deve ser a primeira etapa – preparação e planejamento coletivo da investigação, proposição do problema – ou a quem deve propor o problema inicial a ser investigado – os(as) estudantes ou o(a) professor(a) – são escolhas relacionadas com o nível de complexidade, tipo

de problema, conteúdos escolares e contexto da comunidade escolar onde se planejam a execução da aula investigativa de Ciências.

Ao reconhecer que a pesquisa como princípio educativo atende às exigências jurídico-normativas da Educação Básica brasileira (PAULETTI, 2021), assumo-a como pressuposto orientador das intervenções didáticas que foram realizadas nesta pesquisa. Deste modo, avanço no debate teórico a partir do detalhamento da escolha teórica feita: o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI).

O EnCI contempla ações manipulativas e intelectuais, na qual a interação do(a) professor(a) com os(as) estudantes será como a de um(a) orientador(a) de pesquisa, que levará os(as) estudantes a tomarem consciência desses processos cognitivos, potencializando a construção de conhecimentos científicos e o estabelecimento de uma cultura científica escolar (CARVALHO, 2013; SASSERON, 2018). Esses pressupostos teóricos, metodológicos e epistemológicos são importantes devido a sua baixa incidência como pesquisa científica na sua interface com a EA (BARBOSA, 2019), bem como permitem a superação da concepção de que o EnCI deve propor apenas experimentos, visto que temas de Biologia muitas vezes não são passíveis de experimentos clássicos (SCARPA; SILVA, 2013). As autoras também sugerem que perguntas/questões de pesquisa com temas da Biologia – como, por exemplo, “Por que algumas espécies de pássaros cantam na primavera?” – podem levar a investigações em diferentes escalas temporais e espaciais, habilidade importante do fazer científico (SCARPA; SILVA, 2013).

Nesse sentido, o EnCI é um mecanismo de subversão das relações de poder que condicionam a pedagogia tradicional e bancária (FREIRE, 2005a; 2005b), que desvela aos(as) estudantes uma forma consciente e racional de enxergar sua realidade fora do contexto escolar (CARVALHO, 2011). Considerando seus pressupostos teóricos, o EnCI coloca a proposição de um problema como ponto inicial para a aprendizagem, estimulando o raciocínio científico entre os(as) estudantes sendo que, tanto na ação manipulativa quanto na ação intelectual, a interação do(a) professor(a) com os(as) estudantes será como a de um(a) orientador(a) de pesquisa, levando-os a tomarem consciência desses processos cognitivos, potencializando a construção de conhecimentos científicos (CARVALHO, 2013).

A partir desse referencial teórico, o grupo de pesquisadoras vinculadas ao EnCI propuseram a sua aplicação em aulas de Ciências por meio de uma SEI. A estrutura didática da SEI deve contemplar os seguintes fundamentos: 1) a proposição de um problema para a

construção do conhecimento, juntamente com a transição da ação manipulativa para a ação intelectual, constructos de Piaget¹⁶; e 2) a importância da interação social, entre estudantes e com o(a) professor(a), construto de Vygotsky¹⁷ (SASSERON; CARVALHO, 2008; CARVALHO, 2013). De maneira resumida e com a característica de adaptabilidade a diferentes contextos, uma SEI deve conter as seguintes atividades-chave: i) problema; ii) resolução do problema; iii) sistematização do conhecimento; e, iv) escrever ou desenhar (CARVALHO, 2013).

Sasseron (2015, p.59) também me auxilia nessa reflexão ao resumir a SEI como “o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados”. As cinco atividades-chaves mencionadas serão debatidas a seguir.

A introdução dos(as) estudantes na investigação através de um problema é importante pois estimula o pensamento e trabalho com conceitos científicos que se relacionam com os conteúdos programáticos do fenômeno estudado (CARVALHO, 2013). O problema pode ser de caráter experimental ou teórico, uma vez que carrega consigo um significado de contradição entre as concepções e expectativas de aprendizagem dos(as) estudantes, colocando à prova aquilo que é suficiente ou insuficiente de ser respondido com o que já se sabe (SILVA; NÚÑEZ, 2002).

Portanto, a importância central do problema é de criar nos(as) estudantes um estado de obstáculo cognitivo, que estimula o avanço intelectual na busca por soluções. Isso se dá em dois níveis. Primeiramente, o problema servirá como ponto de ancoragem para o início da aprendizagem que ocorre no estágio de desenvolvimento cognitivo de equilíbrio, que se seguirá com a necessidade de resolução proveniente dessas situações que são novidades, desequilibrando os conhecimentos prévios para, finalmente, levar à reequilibração, ou seja, a construção de novos conhecimentos (PIAGET, 1976; CARVALHO, 2013). Em seguida, as interações que ocorrem nesse processo são propulsoras do desenvolvimento de funções mentais

¹⁶ Jean Piaget (1896-1980) foi um biólogo nascido na Suíça que ganhou destaque com seus estudos sobre o desenvolvimento humano no campo da Psicologia Experimental. Entre os conceitos elaborados pelo autor que foram importantes e repercutiram no campo educacional foi em relação aos estágios do desenvolvimento cognitivo, que permitiu o entendimento das diferentes estruturas cognitivas construídas ao longo do desenvolvimento da criança e suas relações com os processos educativos adequados à cada estágio, mas que devem contemplar um problema para desencadear a construção dessas estruturas e a respectiva aprendizagem.

¹⁷ Lev Vygotsky (1896-1934) foi um pedagogo nascido no território que hoje é conhecido como Belarus e que, em certa medida, elaborou teorias e conceitos da pedagogia que se opuseram às ideias do seu contemporâneo Jean Piaget. Para o autor, o desenvolvimento intelectual era fortemente influenciado pelo contexto e pelas interações sociais dos indivíduos, especialmente as funções psicológicas superiores e que foram de interesse para o debate científico do campo educacional de sua época e repercutiu atualmente através do chamado sociointeracionismo.

superiores, mediadas principalmente pela linguagem. Nesse sentido, a interação social que ocorre entre os(as) estudantes ao trabalharem em grupos e na interação com o(a) professor(a) propiciam o contato com conhecimentos, problemas e valores relacionados ao conteúdo trabalhado (CARVALHO, 2013).

Nesse sentido, destaca-se a distinção da postura de detentor(a) do conhecimento e da linha de raciocínio que o(a) professor(a) possui no ensino expositivo ao utilizarmos artefatos sociais e culturalmente construídos, potencializando a transformação das estruturas cognitivas em prol da aprendizagem (VYGOTSKY, 2003a; 2003b; 2003c; CARVALHO 2013).

Assim, o caráter sociointeracionista da concepção do EnCI, que é carregada em uma SEI, mobiliza outro conceito de Vygotsky: zona de desenvolvimento iminente (ZDI)¹⁸. A ZDI consiste na distância entre aquilo que se consegue solucionar sozinho (zona de desenvolvimento real) e aquilo que se é capaz de solucionar mediante a orientação do(a) professor(a) ou de um(a) colega (zona de desenvolvimento iminente) (VYGOTSKY, 1984). Nesse contexto, o papel do(a) professor(a) é central, pois é a sua atuação que permitirá a organização dos grupos de estudantes que trabalharão coletivamente, como também determinará o avanço na aprendizagem através da mobilização de estruturas cognitivas que estão em processo de desenvolvimento (CARVALHO, 2013).

Dessa forma, concebe-se a zona de desenvolvimento real como estrutura cognitiva que, dialeticamente, se altera com os movimentos do processo de aprendizagem, como um resultado do processo de mediação entre o indivíduo e o meio no qual está inserido, que se dá pela resolução de problemas enfrentados no processo de humanização (GEHLEN; DELIZOICOV, 2011; CARVALHO, 2013). Deste modo, Sasseron (2015, p. 64) aponta a importância das situações-problema:

A partir da investigação de situações-problema em sala de aula, os alunos têm oportunidade para desenvolver liberdade e autonomia intelectuais. Nesse processo, não apenas conhecimentos curriculares podem ser trabalhados, mas também aspectos ligados ao trabalho conjunto como, por exemplo, questões morais e éticas. Ao mesmo tempo, ao promover condições para que os estudantes trabalhem ativamente e conjuntamente na resolução de um problema, novas perguntas vão se construindo e se transformando em novas avaliações.

¹⁸ Apesar desse conceito ter se difundido e consolidado com outra tradução, Prestes (2010) realizou em sua pesquisa de doutorado uma análise aprofundada das traduções das obras e conceitos de Vygotsky e aponta o erro de compreensão na tradução literal do conceito. A zona de desenvolvimento iminente é uma tradução mais adequada para o conceito de zona *blijaochego razvitia*, pois é mais coerente com a ideia de Vygotsky sobre a complexidade do desenvolvimento intelectual, onde a interação com um educador ou outra criança é condição determinante para esse processo. Além de não ser quantificável, a ZDI expressa uma relação dialética e complexa entre o indivíduo e o ambiente (cf. PRESTES, 2010).

Após a superação dessas etapas, a sistematização dos processos e conhecimentos trabalhados deve ocorrer através da escrita, leitura e comunicação. Essa etapa do processo de ensino e aprendizagem permite a ressignificação das etapas anteriores, dando espaço para os(as) estudantes comunicarem o que fizeram e argumentarem, de maneira coletiva, com a turma, sob mediação do(a) professor(a) (CARVALHO, 2013). Por fim, é essencial a contextualização da investigação realizada, para que os conhecimentos investigados façam sentido também fora do contexto escolar, explicitando a importância dos conhecimentos prévios e dos conhecimentos científicos adquiridos do ponto de vista social, econômico e cultural (CARVALHO, 2013).

A partir da perspectiva da AC e do EnCI, importa ressaltar o objetivo de construção de uma cultura científica escolar que se percebe por atitudes e habilidades demonstradas em práticas pedagógicas de Ciências. Todavia, isso não se restringe apenas aos momentos escolares ou não-escolares, se não a uma forma de pensamento que, por se aproximar do fazer científico e sua importância social, transborda a aprendizagem para complementar com autonomia, crítica e estrutura outras formas de compreensão da realidade.

Dito isso, a utilização de indicadores para avaliar o processo de AC podem ser mais amplos quanto aqueles discutidos até o momento. Em um trabalho de revisão de bibliográfica, Pizarro e Júnior (2015) fazem um levantamento e analisam publicações nacionais e internacionais sobre práticas de Ciências que promovem e desenvolvem habilidades que poderiam ser consideradas indicadores do processo de AC. Em suas análises, os autores evidenciam um repertório de publicações no período entre 1992 e 2013 sobre o processo de AC em relação aos pressupostos teóricos e indicadores de sua ocorrência. Sobre os últimos, a partir da proposição de ações dos(as) estudantes para o conhecimento em Ciências, a explicitação de indicadores foi categorizada em três características: 1) as habilidades dos(as) estudantes; 2) a argumentação dos(as) estudantes; e 3) as implicações sociais. Considerando a relação com o(a) professor(a), Pizarro e Júnior (2015) apresentam publicações que ressaltam as habilidades dos(as) estudantes em sua dimensão cognitiva, de leitura e de escrita. Ou seja, se aproximam do fazer científico pois consistem em:

[...] situações nas quais o aluno precisa colocar em jogo aquilo que conhece, suas ideias prévias e também aquelas adquiridas em sala de aula; [...] para reconhecer a Ciência em diferentes suportes e poder debater sobre o conhecimento adquirido; [...] para que o aluno seja capaz de registrar e dar um tratamento específico à possíveis dados oriundos de experiências e atividades [...] (PIZARRO; JÚNIOR, 2015, p. 211).

Essa categoria de indicadores expressa diretamente momentos inerentes e espontâneos das aulas de Ciências. Ou seja, fornece suporte para a avaliação de situação em que a dimensão

conceitual do conhecimento científico é colocada em evidência, provocando sua assimilação, seu entendimento ou sua aprendizagem significativa através de diferentes contextos de ensino. Destaca-se o núcleo da linguagem científica que deve ser compreendida com a AC que não se esgota, mas, ao contrário, que se preocupa com as diferentes formas e significados dos conceitos no ensino e aprendizagem em Ciências (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Os indicadores de argumentação dos(as) estudantes valorizam a característica menos frequente desse processo em sala de aula, diferentemente de habilidades espontâneas e naturais que ocorrem na aprendizagem em Ciências. Segundo Pizarro e Júnior (2015), a argumentação pode revelar o processo de AC por favorecer “posicionamentos críticos, respeito à diversidade de opiniões, defesa de suas próprias ideias e ampliação delas a partir de debates em sala de aula, tendo-se como referência os conteúdos estudados de diversas maneiras (PIZARRO; JÚNIOR, 2015, p. 212). De acordo com o levantamento realizado, os autores sintetizam que esse processo nas aulas de Ciências possui relevância pois:

o argumento em Ciências está diretamente ligado à articulação entre conteúdo e forma. Ou seja, é necessário dar voz ao aluno, espaço de fala, mas também estar atento ao conteúdo do que ele diz, compreender porque o diz e de que maneira suas falas se articulam de modo a defender ou refutar ideias próprias e dos demais colegas (PIZARRO; JÚNIOR, 2015, p. 219).

Nesse sentido, argumentar, sob o viés da AC, é algo que pode ocorrer em diferentes etapas de uma investigação científica e em diferentes níveis. A formulação de testes de hipóteses e experimentos que envolvam procedimentos práticos pode ser um propulsor das relações entre a cultura científica e a cultura escolar, dependendo do grau de autonomia e sistematização realizada pelo(a) educador(a) (SASSERON; CARVALHO, 2008; PEDASTE *et al.* 2015).

Essas etapas são exemplos da construção do conhecimento científico, de espaços em que conteúdo e forma são colocados em jogo e avaliados pelos(as) estudantes e educador(a). Espera-se que, ao longo de uma investigação, as ideias sejam coerentes com o entendimento científico do tema em investigação e que façam sentido ao serem contextualizadas com ideias prévias e o contexto do(a) estudante, o que pode levar a uma compreensão além da repetição (SASSERON; CARVALHO, 2011; PIZARRO; JÚNIOR, 2015). Sendo assim, cabe ao(a) educador(a) orientar e prover o espaço de diálogo necessário para que essa argumentação se inicie e se desenvolva corretamente em termos científicos (CARVALHO, 2013; 2018).

A argumentação como processo cognitivo presente na AC pode ser considerada uma maneira expandida de uma explicação científica (BERLAND; REISER, 2008). Para esses

autores, a elaboração e defesa de uma explicação científica compreende as habilidades de: a) fundamentação científica aceita sobre fenômeno estudado; b) articulação entre os diferentes componentes de uma explicação; e c) a persuasão para convencer os demais ao utilizar a linguagem científica para explicitar e conectar diferentes conhecimentos. A troca de ideias ao longo das etapas de uma abordagem didática investigativa provoca a curiosidade e a motivação para aprender conhecimentos cientificamente aceitos e o uso de evidências como parte da linguagem científica necessária nesse processo de negociação de entendimentos e convicções.

As duas dimensões do IAC discutidas até o momento já apontam para uma relação estreita com os eixos estruturantes da AC (SASSERON; CARVALHO, 2011). Conforme apresentado nessa seção, Sasseron e Carvalho (2008) apresentam os indicadores do processo da AC entrelaçando o conceito de ciclo argumentativo a partir das ideias de padrão de argumentação de Toulmin, Sem o objetivo de aprofundar a questão da argumentação, reafirmo esse referencial teórico para elaborar a partir das dinâmicas em uma aula de Ciências.

A compreensão do significado de determinado conceito científico e da natureza argumentativa da construção desse conceito não são processos espontâneos, mas que podem ser oportunizados, conduzidos e avaliados em sala de aula. O envolvimento dos(as) estudantes em situações de aprendizagem para a construção do conhecimento científico se relaciona com as concepções e envolvimento do(a) educador(a), desde sua formação inicial e continuada até a importância das situações-problemas e da interação social, que são pressupostos do EnCI (CARVALHO, 2013; PIZARRO; JÚNIOR, 2015).

Sendo assim, no contexto dos anos finais do EF e do EM, o(a) educador(a) pode defrontar-se com ideias prévias ou concepções equivocadas na assimilação dos conhecimentos cientificamente aceitos, devido à fatores como, por exemplo, a grande exposição à informação que os jovens convivem em seu cotidiano. Nesse sentido, ressalta-se a importância da pergunta e da postura do(a) educador(a) em examinar a influência desses obstáculos, que ocorrem e podem ser examinados através das dúvidas dos(as) estudantes e das discussões que realizam entre si (SASSERON, 2008; CARVALHO; SASSERON, 2011; PIZARRO; JÚNIOR, 2015).

É importante que a orientação durante a implementação do EnCI seja coerente em termos conceituais e da natureza da linguagem científica, tendo em vista que é na exposição escrita ou oral dos entendimentos do conceito estudado que podemos relacionar a cultura científica com a cultura escolar, através da argumentação e da relação com situações do dia a dia.

Scarpa e Trivelato (2012), ao realizarem uma análise comparativa da cultura científica e da cultura escolar, revelam como a aproximação com a primeira ocorre de forma privilegiada pela segunda. De acordo com as autoras:

Essas considerações mostram um distanciamento e ao mesmo tempo uma aproximação entre cultura escolar e científica. Os conteúdos ensinados na escola constituem um saber deslocado de sua origem. Esse fato pode gerar um esvaziamento de sentido dos conteúdos. Um tratamento didático apropriado é a utilização da história e da filosofia da ciência para contextualizar os problemas, os temas e conteúdos, suas origens e as tentativas de solução que levaram à proposição de modelos teóricos, a fim de que o aluno tenha noção de que houve um caminho percorrido para se chegar a esse saber. Há, então, uma contextualização, que é próprio do processo de ensino da escola. Mesmo assim, pudemos verificar na nossa análise a complexidade, os deslizamentos entre as modalidades, as idiossincrasias desse percurso (SCARPA; TRIVELATO, 2012, p. 82).

A abordagem didática investigativa, portanto, pode ser uma mola propulsora da curiosidade e do interesse nas aulas de Ciências ao colocar os(as) estudantes em contato com um corpo de conhecimentos que se transformam de acordo com sua natureza intrínseca (SASSERON; CAVARALHO, 2011). Ou seja, proporcionar sentido e capacidade explicativa de fenômenos científicos de maneira que a construção desse conhecimento seja elucidativa da relação da Ciência com os demais aspectos da vida em sociedade.

Por fim, a última categoria dos IAC diz respeito às implicações sociais que apontam a ocorrência da AC, estando presentes na estruturação desse processo através da contextualização da aprendizagem em sala de aula. Nesse sentido, Pizarro e Júnior (2015) categorizaram as publicações que apontam à indissociabilidade do aprender em Ciências e a ação em sociedade em suas dimensões de saúde, tecnologia, meio ambiente, bem-estar, entre outros.

Essa dimensão dos IAC tem destaque na literatura acadêmica e nos currículos em Ciências da Natureza, mas não é sempre contemplada ou facilmente atingida nas aulas de Ciências, mesmo naquelas em que o(a) educador(a) conduz experimentos com os(as) estudantes (LOPES; GARCIA, 2021). Esse desafio também é observado nas percepções dos(as) estudantes, tanto na essência de seus questionamentos relacionados ao aspecto conceitual (PAULETTI; GALLE, 2019), quanto na recorrente pergunta que ouvimos em salas de aulas de Ciências da Natureza: “aonde que eu vou usar esse conhecimento na minha vida?”.

Nesse sentido, reforça-se a importância da pergunta no processo de AC e da formação continuada na atuação do(a) educador(a), bem como do incremento da história e filosofia da Ciência nesse processo de contextualização (SCARPA; TRIVELATO, 2012; SASSERON; CARVALHO, 2011). A relação dos conceitos das Ciências da Natureza com outras áreas do

conhecimento ou com situações do dia a dia às vezes não ocorre de maneira voluntária pelos(as) estudantes, necessitando uma atuação planejada para que o ensino e aprendizagem potencialize o desenvolvimento “de competências de investigação e cidadania participativa e fundamentada” (FONSECA; DUSO; HOFFMANN, 2017, p. 893).

A discussão apontada aqui não tem a intenção de responsabilizar os(as) educadores(as) ou as dificuldades dos(as) estudantes, pois se reconhece que, dependendo da realidade vivenciada, as competências e habilidades vão além daquelas previstas na EC. Pressupondo um planejamento de qualidade e rigoroso, a contextualização pode facilitar o trabalho docente desde os anos iniciais, de acordo com Pizarro e Júnior (2015, p. 229):

Mas se há algo que o professor dos anos iniciais sabe fazer como poucos é aproximar o conteúdo do cotidiano dos alunos e, muitas vezes, assumir para si o ensino de ações que são consideradas básicas, sem cujo repertório muitos alunos vêm para a escola. Podemos citar como exemplos: higiene pessoal e coletiva; preservação do meio ambiente; posturas contra o desperdício (de água, alimentos, materiais, entre outros); avaliação de posturas na casa dos alunos; proposição de atividades nas quais os alunos sejam multiplicadores do aprendizado adquirido na escola, e tantas outras iniciativas que estão “escondidas” em salas de alfabetização por todo o país.

Portanto, as habilidades e a argumentação em Ciências se desenvolvem a partir de ações que podem levar a uma AC plena quando também se ensina e aprende para compreender a relação desses processos com temas do cotidiano, que são sensíveis e relacionados ao fazer científico. Os indícios da AC são perceptíveis quando enriquecem a “leitura de mundo”, que dá sentido à Ciência e às outras formas de conhecimento, e as experiências que os(as) estudantes podem demonstrar nas situações de aprendizagem de uma abordagem didática investigativa.

Portanto, elaborar, executar e avaliar uma sequência de ensino com os pressupostos do EnCI pode contribuir no debate sobre quais conhecimentos e atitudes podem ser fomentadas quando conectamos práticas pedagógicas centradas nos(as) estudantes com a sua realidade local, devido ao reconhecido sucesso na aprendizagem conceitual através dessa abordagem didática (MINNER; LEVI; CENTURY, 2010). Além disso, outros pontos importantes corroboram com o EnCI, como, por exemplo, a potencialidade do uso de animais como recursos didáticos para o estudo de suas características em diferentes níveis, com práticas pedagógicas que envolvem trabalho em grupo e manuseio desses recursos didáticos em experimentos para a aquisição de conhecimento e mudanças de atitudes (LOU *et al.*, 1996; RANDLER; BOGNER, 2002; BARBOSA; SOUZA, 2018; BARBOSA *et al.*, 2019) e aumento do interesse e motivação durante o processo de ensino e aprendizagem (RANDLER; ILG;

KERN, 2005; HUMMEL; RANDLER, 2012), inclusive quando relacionadas à atividades de campo e/ou temáticas ambientais (KELLERT, 1985; BORCHERS *et al.* 2011).

Na sua interface com a EA, a processo de ensino e aprendizagem na EC pode contribuir através do ensino de conceitos ecológicos, visando preencher a lacuna de conhecimentos em busca da formação de estudantes que compreendem que o ser humano também se insere no conceito de meio ambiente, considerando este como um sistema delicado e que precisar estar equilibrado (COERTJENS *et al.*, 2011). Portanto, os pressupostos do EnCI podem potencializar os resultados da aprendizagem que levam a esse tipo de visão de mundo, enriquecida por um sentimento de responsabilidade pelas próprias ações e de controle pelas suas tomadas de decisões, aspectos que podem ser contemplados pela cultura científica escolar.

2.3 Progressos e disrupções didáticas: refletindo sobre as Metodologias Ativas e a estratégia didática da Rotação por Estações

A presente seção tem como objetivo apresentar e discutir sobre o uso de metodologias ativas (MA) no processo de ensino e aprendizagem, particularmente da estratégia da Rotação por Estações (RPE). Por um lado, as MA caracterizam-se por métodos progressivos ou disruptivos de transformação da relação entre professor(a) e estudantes que despontam como essenciais para atender às competências e habilidades proeminentes do tempo em que vivemos. Por outro lado, os usos dessas metodologias têm potencial para dar conta da complexa compreensão necessária para o estudo das Mudanças Climáticas Globais (MCGs), no teor desta tese de doutorado.

Primeiramente, devo destacar o contexto em que se deu a escolha pela inspiração nas MA através da RPE. Amplamente defendidas e propagadas por políticas educacionais, as MA têm sido recebidas de maneira acrítica como uma solução moderna e prática para os desafios educacionais impostos pelas mudanças tecnológicas e demandas escolares em uma perspectiva de rompimento com o ensino tradicional. Ressalto, porém, que na ausência de uma fundamentação epistemológica crítica, o uso das MA pode perpetuar as desigualdades educacionais ao desconsiderar os condicionantes sociais e econômicos da realidade escolar do nosso país e, de maneira reversa, pode acentuar uma concepção extremamente técnica e individualizante dos processos de ensino e aprendizagem. Dito isso, ao longo das seções do presente capítulo, suscito reflexões a partir dos outros referenciais teóricos para embasar adequadamente a escolha pelo uso da estratégia da RPE no contexto histórico e teórico das MA.

A imersão tecnológica presente em diferentes contextos da vida individual e em sociedade é uma característica do século XXI e, conseqüentemente, dos processos formativos escolares e não-escolares. Partindo do pressuposto de que nesse contexto aulas tradicionais apresentam limitações, os(as) educadores(as) se destacam como sujeitos históricos de uma transformação dos processos de ensinar, visto que sua autoridade como único(a) detentor(a) do conhecimento não faz mais sentido, pois os(as) estudantes também são sujeitos históricos de um processo de aprendizagem que ocorre intensamente fora das salas de aula, em momentos *online e offline* (MORAN, 2015; BACICH; NETO; TREVISANI, 2015).

Esse paradigma emergente se impõe nas relações dentro da sala de aula como reflexo da sociedade do conhecimento em que estamos inseridos. Nesse sentido, significa dizer que a Educação e o processo de ensino devem estar consonantes com as dinâmicas sociais que valorizam e são permeadas por conhecimentos, competências e habilidades que, por sua vez, devem ser direcionadas para a compreensão e uso desses constructos cognitivos, aliados à tecnologia, objetivando a transformação da vida em nível individual e coletivo (MORAN, 2013).

Diante desse contexto, a prática docente alicerçada na postura do(a) professor(a) como transmissor de informações está obsoleta e exige novos pressupostos teóricos, epistemológicos e didáticos. A partir do contexto do ensino superior, onde se espera processos de ensino e aprendizagem intelectual e profissionalmente específicos, Behrens (2013, p. 78) argumenta que:

[...] Na verdade, espera-se que os docentes universitários possam contemplar dois polos em suas práticas pedagógicas: formar para a cidadania, como sujeito histórico e transformador da sociedade, e contribuir para a produção de conhecimento compatível com o desenvolvimento tecnológico contemporâneo.

Transpondo para a formação de professores, pode-se dizer que os novos profissionais e aqueles(as) que se encontram em exercício necessitam da formação inicial e continuada que habilite para adotar essa nova postura nas salas de aula da Educação Básica. Portanto, implica em conhecimento conceitual e didático, bem como o estímulo à criatividade para planejar atividades ou projetos de ensino e aprendizagem inovadores que contemplem o uso de tecnologias e favoreçam as condições necessárias para que os(as) estudantes sejam autônomos, críticos e participativos na produção de conhecimentos (MORAN, 2015; BACICH; NETO; TREVISANI, 2015).

Desse modo, o papel do(a) professor(a) em sala de aula não é tão díspar do que já defendia antes da consolidação das MA, particularmente o que aprendemos com os escritos de

Paulo Freire (2005a). Para o autor, ensinar não é apenas transmitir conhecimento; o ato de ensinar exige pesquisa, método, criticidade e diálogo com os(as) estudantes. Ou seja, as aulas tradicionais com o ensino vertical, que coloca os(as) estudantes em um estado de apatia verbal, bem como avaliações que testam a memorização de conceitos ou uma subjetividade superficial não condizem com as MA, tampouco com a Educação contemporânea.

A despeito dos aspectos profissionais, psicológicos, econômicos e pessoais que desafiam o cotidiano dos(as) professores(as), a prática docente atual se enriquece com inovação, planejamento consciente e crítico e mediação em detrimento da transmissão (BACICH; NETO; TREVISANI, 2015; LIMA; MOURA, 2015). A construção de conhecimento no contexto de estratégias didáticas com MA deve ser criteriosamente planejada pelo(a) professor(a), validando instrumentos e recursos multimídias que sejam utilizados em momentos pedagógicos de maneira adequada a fim de contemplar os diferentes tempos e estilos de aprendizagem. O papel de mediador é essencial para esclarecer pontos de dúvidas, estimular a troca de ideias e a autonomia no desenvolvimento de conhecimentos, competências e habilidades; em suma, o(a) professor(a) “pode focar mais a pesquisa do que dar respostas prontas” (MORAN, 2015, p. 37).

Nesse cenário, pode-se reunir as condições favoráveis para o pressuposto mais importante das MA: o(a) estudante no centro do processo de ensino (BACICH; NETO; TREVISANI, 2015). Para tanto, os(as) estudantes necessitam de motivação e interesse na construção de conhecimento, que podem ser fornecidos pela autonomia na aprendizagem, acompanhada da sensibilização e estratégias didáticas que dão sentido aos processos cognitivos em relação às diferentes razões pessoais e à realidade daqueles(as) que estão em sala de aula.

Nesse sentido, há uma relação entre a contribuição da Educação Social sobre uma sociedade de economia planificada, proposta por Mannheim (1972), em seu pressuposto colaborativo e as MA. Por um lado, objetiva-se o desenvolvimento de valores pautados na colaboração como um dos resultados dos processos de ensino e aprendizagem que, por outro lado, parece inevitável se utilizarmos estratégias e pressupostos didáticos que estimulem momentos de colaboração entre os(as) estudantes na construção de conhecimento. Ao contrário da lógica utilitarista e competitiva do ensino tradicional, as MA se baseiam e promovem um ambiente de aprendizagem permeado pelo debate de ideias, abertura ao diálogo, colaboração entre os(as) estudantes e destes com o(a) professor(a) que, assumindo uma postura de apoio, orienta o processo de construção de conhecimentos, habilidades e competências para a formação de valores pautadas na cooperação (MORAN, 2013).

Conforme explicitado em capítulo anterior, o EnCI compreende uma abordagem didática para a promoção da AC. Prioriza, portanto, a resolução de problemas e a contextualização com o cotidiano dos(as) estudantes para a investigação de determinado fenômeno científico em momentos pedagógicos orientados pela e para a interação, o levantamento de hipóteses e a orientação do(a) professor(a) (CARVALHO, 2018).

Vale ressaltar que não proponho nessa tese a igualdade de conceitos e linhas de pesquisa tão consolidadas e emergentes como a AC, EnCI e a MA. Nesse sentido, a proposição de uma cultura científica escolar pode ser potencializada e, ao mesmo tempo, potencializar os diferentes espaços e momentos de aprendizagem que podem ser planejadas com MA. Assim, há uma aproximação com o fazer científico através do EnCI, pois tem em comum, com os pressupostos da MA, a comunicação entre os(as) estudantes, o pensamento crítico a partir da autonomia e compreensão dos contextos momentos de ensino e aprendizagem e a criatividade para responder a desafios ou resoluções à determinada investigação com o auxílio ou não de tecnologias e, portanto, demonstra-se profícuo para o ensino e pesquisa na Educação em Ciências.

Ampliando para a interconexão entre a EC e a EA que a presente tese se propõe à investigar, as MA como estratégia para o ensino e aprendizagem de temáticas ambientais também se mostra incipiente. Em sua tese de doutorado, Antunes (2021) demonstra que a utilização da MA na EA ainda é baixa apesar de, segundo a autora, os níveis local, regional e global presentes nas temáticas ambientais possam ser potencializadas pela “curiosidade intelectual, o saber coletivo, o trabalho colaborativo e o questionamento sobre os problemas da vida cotidiana” (p. 84).

Nesse sentido, realizo a retomada da discussão sobre a importância da fundamentação epistemológica adequada no uso das MA. O contexto político do neoliberalismo tem favorecido esse tipo de concepção dos processos de ensino e aprendizagem, defendendo o protagonismo do(a) estudante e um slogan do “aprender a aprender” que resulta em um obstáculo para a transformação social. Nesse discurso, a ênfase no(a) estudante busca atender apenas aos interesses de formação de mão-de-obra “atualizada” para o mercado de trabalho e a vida em sociedade mediadas pelos avanços tecnológicos. Sendo assim, o que defendo é que o uso das MA, conforme pretendi nesta tese, deve ser acompanhado de pressupostos epistemológicos e didáticos que favoreçam um ambiente de aprendizagem autônomo, crítico e coerente de práticas educativas contextualizadas para dar um sentido significativo ao cotidiano dos(as) estudantes.

Como será apresentado e discutido posteriormente, a presente tese tenciona também para a oportunidade interdisciplinar ao se trabalhar com MA e EnCI através de uma temática ambiental. Nesse sentido, a aplicação prática da estratégia e da abordagem didática mencionadas amplia o modo disciplinar de trabalhar as Ciências da Natureza, exigindo dispositivos cognitivos necessários para a complexidade do que se pretende ensinar e, por consequência, provoca a desafiadora religação dos saberes de diferentes áreas de conhecimento (ALVARENGA, *et al.* 2015).

No entanto, ainda é incipiente o número de pesquisa acadêmicas cujo o objeto é a questão da interdisciplinaridade na utilização das MA (COELHO; DE SOUSA, 2020). Os autores encontraram diferentes usos e possibilidades para se pensar a interdisciplinaridade no EM que potencializam a contextualização, as experiências dos(as) estudantes, a atitude em relação ao conhecimento e a interação entre as disciplinas escolares. Sendo assim, o trabalho de Gemignani (2012, p. 10) corrobora as ideias apresentadas nessa seção, pois a autora defende que:

Estes novos instrumentos técnico-pedagógicos tornam possível a participação ativa do aluno em seu processo de aprendizagem, buscando conhecimentos, articulando teoria-prática, correlacionando os seus conhecimentos e realizando reflexões críticas sobre os problemas reais que envolvem sua formação profissional, integrados às exigências do mundo do trabalho e contribuindo para desenvolvimento da sociedade, da tecnologia e da ciência.

Desse modo, o desenvolvimento de atitudes pró-ambientais exige a reflexão, conscientização e senso crítico que a trinca EC, EA e MA pressupõe em nível pedagógico. Conforme discutido anteriormente, as atitudes pró-ambientais que levam ao comportamento ambiental são apenas um dos diversos fatores que influenciam esse comportamento (KOLLMUSS; AGYEMAN, 2002). No entanto, a necessidade de uma postura ativa e a utilização de recursos didáticos digitais podem facilitar a complexidade das temáticas ambientais nos processos de ensino e aprendizagem, bem como na complexidade intrínseca do comportamento ambiental.

Por se tratar de uma linha de pesquisa consolidada, as MA oferecem uma variedade de estratégias para que seus pressupostos sejam implementados em sala de aula. Em uma revisão integrativa, Paiva *et al.* (2016) encontraram formas de operacionalizar as MA consolidadas na literatura e outras nem tão conhecidas, totalizando 22 estratégias diferentes, como, por exemplo: aprendizagem baseada em problemas, problematização: Arco de Margueres, estudo de caso, entre outros. No entanto, os autores também afirmam terem encontrado baixa

incidência dessas estratégias aplicadas na Educação Básica e Técnica, ou seja, destacando a necessidade de avanço e avaliação das MA nos referidos níveis de ensino.

Apesar da variedade de MA disponíveis para que professores(as) estudem, aperfeiçoem e utilizem, não faz parte do escopo da presente tese discorrer sobre as diferentes estratégias disponíveis na literatura. Ainda, pretendo defender determinada didática “ideal”, pois como afirma Moran (2015), modelos de metodologias didáticas tradicionais ou pré-definidos de MA podem ser enriquecidos na sua operacionalização com MA ou adaptadas a diferentes realidades escolares, respectivamente.

O ensino e a aprendizagem sobre as MCG através de uma abordagem didática investigativa dialogam com os pressupostos teórico-didáticos das metodologias ativas de ensino, que valorizam, entre outras competências e habilidades, a criatividade, a autonomia e o trabalho mediante a participação ativa dos(as) estudantes (MORAN, 2018). Para que se concretize, esse tipo de aprendizagem deve levar em conta as diferentes formas de aprender e flexibilidade cognitiva dos(as) estudantes, que podem ser atingidas se o(a) professor(a), atuando como um(a) orientador(a), favorece momentos individuais e colaborativos para a construção do conhecimento (SOUZA; ANDRADE, 2016; MORAN, 2018). Sendo assim, a estratégia da RPE desponta como metodologia ativa, pois, nessa estratégia, os(as) estudantes têm contato com a mesma temática a partir de recursos didáticos e graus de autonomia diferentes, sempre sob orientação do(a) professor(a).

A partir do legado deixado pelo escolanovismo sobre a necessidade de autonomia e protagonismo dos(as) estudantes nos processos educativos escolares, as MA despontam como formas de repensar o papel do(a) professor(a) como sujeito que planeja e orienta a aprendizagem dos(as) estudantes. Considerando o avanço da cultura digital e seus impactos nas competências e habilidades do processo de escolarização, as MA incorporam o uso das mídias e das tecnologias nesse processo, porém, não se limitando à essa inserção tecnológica, as MA se caracterizam “pela inter-relação entre educação, cultura, sociedade, política e escola, sendo desenvolvida por meio de métodos ativos e criativos, centrados na atividade do aluno com a intenção de propiciar a aprendizagem” (ALMEIDA, 2018, p. 16).

Dessa forma, objetiva-se que o(a) professor(a) tenha o potencial de promover nos(as) estudantes uma criticidade do entendimento dos processos cognitivos, de contextualização com a temática de estudo que não são facilmente percebidas e de desafiar as capacidades de autonomia e resiliência (MORAN, 2015). Com esse intuito, a MA da RPE foi adaptada do

método *Blended Learning Model: Station-Rotation Model* e pode ser entendida como a organização de atividades pedagógicas em formato de circuito, contemplando diferentes formas de aprendizagem e de recursos didáticos.

Na RPE, os(as) estudantes trabalham a mesma temática do processo de ensino e aprendizagem com diferentes formas a partir de estações de trabalho. De acordo com Coussirat (2018, p. 24):

Os estudantes devem ser dispostos em grupos e cada grupo deverá iniciar aleatoriamente uma das atividades. Terão um determinado tempo para realizá-las e, ao fim desse tempo, o grupo passará para a próxima estação, até realizar todas as atividades, de modo que, ao final do processo de rodízio, todos tenham realizado as mesmas atividades.

A partir desse pressuposto, a RPE proporciona a alternância entre atividades em ambiente virtual, atividades em grupos sob orientação do(a) professor e a utilização de habilidades como escrita, interpretação, reflexão e argumentação (HORN; STAKER, 2015). Portanto, corrobora com os pressupostos do próprio EnCI, particularmente em relação à importância do trabalho colaborativo com colegas que podem ter maior domínio dos conhecimentos necessários às atividades e a orientação do(a) professor(a).

A respeito desse aspecto sociointeracionista, compreende-se as interações sociais, no contexto mencionado, são propulsoras do desenvolvimento de funções mentais superiores, mediadas, principalmente, pela linguagem. Nesse sentido, conhecimentos, problemas e valores relacionados com a investigação realizada são artefatos sociais e culturalmente construídos, que potencializam a transformação das estruturas cognitivas em prol da aprendizagem (CARVALHO, 2013). Sendo assim, a metodologia da RPE estimula competências interpessoais e intrapessoais e, no âmbito pedagógico, permite a superação de lacunas de aprendizagem de determinado conteúdo através do exercício da autonomia e da identificação de dúvidas ao longo do processo (SILVA; SANADA, 2018).

Ressalta-se que a presente tese teve como objetivo a execução e análise da estratégia RPE como metodologia estruturante do EnCI sobre a temáticas das MCG no contexto da Educação Básica. Além de referencial teórico, as MA fundamentaram metodologicamente a intervenção didática realizada, as análises dos resultados encontrados e dialogam também com os demais pressupostos teóricos que continuarão a ser apresentados e reflexionados na próxima seção.

2.4 O processo educativo a partir da perspectiva da Sociologia: contribuições da teoria de Karl Mannheim sobre socialização nos espaços escolares

Após a leitura das três primeiras seções desse capítulo, suponho que o(a) leitor(a) possa estar sentindo falta de maior conexão entre as ideias da EA e da EDS com o EnCI. A EC possui relação histórica e lógica com os temas ambientais, associação que é fortalecida com a consolidação da disciplina de Ecologia, porém, nem sempre esses temas ambientais são trabalhados em sua complexidade.

Deste modo, ainda existem desafios didáticos e cognitivos no ensino de conceitos, procedimentos e atitudes científicas nas aulas de ciências, porém o esforço de professores(as) tem auxiliado a aproximação entre os(as) estudantes e o empreendimento científico.

No entanto, as repercussões sociais da Ciência dificilmente se ajustam ao tempo dedicado à EC nas escolas. Nesse processo, perdem-se oportunidades de efetivar uma aprendizagem que leve a uma assimilação crítica dos conhecimentos e de atitudes em relação à sociedade e à natureza, bem como de normas e valores que regulam essas condutas (POZO; CRESPO, 2009).

Nessa seção, busco explorar contribuições de outras áreas de conhecimento sobre esse complexo objetivo de uma aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal na EC. Particularmente, apoio-me em autores e conceitos da Sociologia da Educação para articular a interconexão entre a EA e a EC sob o viés do EnCI para trabalhar temas ambientais de maneira crítica, reflexiva e significativa para o comportamento ambiental em dois de seus fatores cognitivos: os conhecimentos e as atitudes.

As teorias sociais ao longo de sua história no campo da Sociologia sofreram reformulações e apropriações de constructos elaborados por seus antecessores, reconstruídas através de novas contribuições teóricas e contextuais. Sendo assim, a partir da ideia de Educação Social de Karl Mannheim, mas recorrendo às contribuições desde Durkheim a Bourdieu¹⁹, levanto pontos para reflexão que podem ser incorporados aos processos de ensino

¹⁹ Émile Durkheim (1858-1917) foi um sociólogo francês muito importante para as Humanidades como um todo, mas particularmente para a Sociologia devido à sua elaboração metodológica para esse campo das Ciências Humanas. Sua concepção de Ciência da Educação permitiu a formulação de diferentes conceitos a partir da concepção de educação como socialização para a formação individual e para a manutenção do meio social, de acordo com sua obra Educação e sociologia (DURKHEIM, 2007a). Pierre Bourdieu (1930-2002) foi também um sociólogo francês que se tornou muito importante para o campo educacional através dos seus estudos sobre reprodução social e sistema de ensino, formulando conceitos muito utilizados na literatura atualmente, como *habitus* e campo (cf. BOURDIEU; PASSERON, 1992; BOURDIEU 2009).

e aprendizagem de conhecimentos científicos, as atitudes ambientais e a participação social e política.

Ainda, antes de adentrar no debate da Educação Social planejada de Mannheim, é importante destacar que não desconsidero o sincronismo em relação às ideias do autor: sua escrita demonstra fortes influências do pensamento liberal, mas com um viés de “terceira via”, buscando uma solução para a igualdade e justiça dentro dos moldes do capitalismo (PAIVA, 1998). Nesse sentido, suas ideias são consideradas a partir do seu contexto histórico-cultural da primeira metade do século XX e, assim como influenciaram Paulo Freire, elas têm forte relação com construção de um ideário de desenvolvimento nacional que combatia os extremismos em que as massas estavam sujeitas na “modernização” das sociedades, que cada vez mais se estruturava nos centros urbanos, onde a socialização ocorria de maneira distinta.

Particularmente sobre Karl Mannheim, busco suas ideias para clarificar a conexão entre a instituição escolar e o processo de ensino e aprendizagem em sua completude, condicionantes para o desenvolvimento de personalidades democráticas (MANNHEIM, 1976). Como foi debatido nas seções anteriores deste referencial teórico, a formação pretendida pela EA e EC e defendida na presente pesquisa é aquela voltada para a cidadania, ou seja, o ensino e aprendizagem que, indo além da exposição e transmissão de conhecimentos, se preocupa com as mentalidades dos indivíduos na sua relação com o “todo” social – da transformação individual à transformação social.

Nessa perspectiva, conhecimentos, atitudes e comportamentos são os objetos desse processo e devem ser investigados no âmbito da EA e EC. Notoriamente, as ideias defendidas por Karl Mannheim ao longo de sua trajetória foram influentes na construção do pensamento social brasileiro, do ensino de sociologia e podem ser refletidas até mesmo na pedagogia de Paulo Freire (PAIVA; 1998; WELLER, 2005).

Dito isso, a estruturação das sociedades se dá na relação entre as instituições sociais, as escalas de valores e os programas educacionais, que convergem para essa coordenação das atividades sociais. De acordo com Mannheim (1972), um Estado tipicamente autoritário tende a controlar e condicionar o pensamento e comportamento dos indivíduos, enquanto que um Estado liberal prioriza a liberdade a partir do pressuposto das escolhas individuais geradas através da socialização nos grupos primários, ou seja, na família ou na igreja. No entanto, desde a segunda metade do século XX e, de forma mais clara, nos dias atuais, assistimos ao declínio

da influência desses grupos primários “tradicionais”, na medida em que atitudes, valores e comportamentos sociais são cada vez mais influenciados pela mídia e as redes sociais.

De acordo com o sociólogo húngaro, essa característica da socialização não incentiva o espírito comunitário, colocando o individualismo e a competição como imperativos morais. A sociedade do século XXI, portanto, tem experimentado as consequências dos longos anos da lógica individualista, como é possível observar nos dados sobre concentração de renda. No período entre 1980 e 2016, o 1% mais rico do mundo capturou o dobro das riquezas econômicas em relação à metade mais pobre do mundo, e, especificamente no contexto brasileiro, os bilionários viram suas fortunas crescerem 17%, enquanto que a metade mais pobre da população brasileira viu sua renda encolher no mesmo período²⁰.

Essas desigualdades também se refletem nas questões ambientais, uma vez que, apesar do custo do uso predatório dos recursos naturais, ainda é possível verificar 820 milhões de pessoas que não têm acesso à alimentação adequada, sendo que a América do Sul concentra a maior parcela de pessoas subnutridas da América Latina ²¹. Logo, fica evidente a insustentabilidade do sistema produtivo, cuja lógica obedece ao lucro de poucos.

Inserido no contexto da Segunda Guerra Mundial, o sociólogo adverte para a irrevogável necessidade dos processos educativos estarem contextualizados com os aspectos sociais, considerando a transformação individual e coletiva em um ambiente que favoreça o desenvolvimento da personalidade desejada entre os(as) educandos(as) (MANNHEIM, 1972). Sendo assim, o indivíduo deve ser formado através da socialização na escola, considerando os fatores éticos e a importância das ideias e das ações que se relacionam com o contexto social, pois, para Mannheim (1972, p. 249), “o homem adquire atitudes cooperativas ou competitivas ao ser treinado para se ajustar a determinadas instituições sociais”.

Nota-se, portanto, a relação dialética que ocorre entre o individual e o coletivo na etapa da escolarização sob os pressupostos teórico-epistemológicos da competição e da cooperação, que devem ser trabalhados de maneira harmônica. Isso se deve, pois, a competição promove a liberdade e a independência, enquanto a cooperação é fundamental para o ego no controle e coordenação das influências de caráter e personalidade. Vale ressaltar, ainda, a questão da

²⁰ Dados retirados do relatório da Oxfam Brasil divulgados em 2018. Disponível em: <<https://www.oxfam.org.br/noticias/super-ricos-estao-ficando-com-quase-toda-riqueza-as-custas-de-bilhoes-de-pessoas/>>. Acesso em: 03 de dez. 2021.

²¹ Dados retirados do último relatório da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/fome-aumenta-no-mundo-e-atinge-820-milhoes-de-pessoas-diz-relatorio-da-onu/>> Acesso em: 03 de dez. 2021.

subjetividade, que envolve a educação como socialização no que diz respeito às responsabilidades das ideias e ações dos sujeitos, pois toda sociedade treina ou prepara sistematicamente o indivíduo para que assuma as consequências de seus atos (MANNHEIM, 1972).

Por sua vez, os aspectos objetivos da responsabilidade dizem respeito à materialidade, baseado na ideia de que tanto os fatores ambientais quanto os individuais determinam as formas e potencialidades da responsabilidade democrática. Sendo a nossa consciência subproduto do processo histórico, Mannheim defende que a obrigação responsável por parte do indivíduo depende das esferas das comunicações e de formas de contato e métodos que relacionam o indivíduo ao grupo:

No processo de educação em favor de uma comunidade mundial e da cooperação internacional, é necessário escolher com cuidado as situações estratégicas; todo enfoque destinado a operar sobre o indivíduo deverá iniciar-se num momento tal que forme parte da estrutura das transformações sociais e não fique limitado ao campo da educação pura e simples (MANNHEIM, 1972, p.278).

A prática educativa, portanto, deve convergir para condutas que favoreçam todos os tipos de sociabilidade, ressaltando que não se devem permitir os extremos, sempre baseado na integração comunitária que objetiva a responsabilidade e a sociabilidade. Nesse sentido, entende-se que a responsabilidade deve ser pautada na relação com a moralidade convencional ao mesmo tempo em que apela à consciência do indivíduo e, assim, evidencia as consequências de uma responsabilidade ilimitada (MANNHEIM, 1972).

Dessa forma, o autor enfatiza a importância de se compreender o processo educativo em uma sociedade de massas, no contexto capitalista, assegurando-se de que a educação seja fundamentada pela colaboração para resolver os problemas de desarraigamento e da segurança do ego de cada indivíduo (MANNHEIM, 1972). Nesse sentido, os aspectos culturais, psicológicos e econômicos, que permeiam as esferas individuais e sociais e impactam na personalidade dos indivíduos dessa sociedade de massas, não devem ser ignorados, pelo contrário, deve-se “descobrir os efeitos educativos dos grupos primários, em criar os referidos grupos onde ainda não existam (centros comunitários, centros de saúde) e em sublinhar a sua continuidade e utilidade” (MANNHEIM, 1972, p. 308).

A escola é um espaço que proporciona atividades educativas com o objetivo de ser um momento de transição entre a vida em interação com grupos primários e a vida em interação com grupos secundários, ou seja, caracteriza-se como um local para a sistematização dos conhecimentos e experiências sociais (BOURDIEU; PASSERON, 2002; DURKHEIM, 2007).

Portanto, para Mannheim (1972), a concepção de educação a introduz como um fator para a mudança social, requerendo, por um lado, o desapego da visão escolástica e tradicional da escola como um local de transmissão de conhecimentos para reforço da tradição e, por outro lado, a ideia de uma instituição que se preocupa com os ensinamentos e com outros aspectos da vida, tendo em vista os problemas da realidade social.

Deste modo, os(as) estudantes deveriam ser preparados para a cidadania, compreendendo, participando e propondo resoluções de problemas quando em suas vidas adultas, pois a “tarefa da escola é mostrar como se pode aprender mais eficientemente as lições proporcionadas pela vida, como tirar conclusões da experiência e como nos tornar auto educadores (MANNHEIM, 1972, p.321)”. Dessa forma, Mannheim (1972) defende que a escola proporcione oportunidades para que os jovens possam desenvolver, antes da vida adulta em sociedade, valores como cooperação, tolerância, responsabilidade, empatia e confiança em si mesmo, objetivando, enfim, o desenvolvimento de atitudes sociais democráticas.

Antes mesmo da concepção de educação social para uma democracia planejada de Mannheim, Émile Durkheim (2007b)²² já argumentava, a partir de uma leitura dos escritos de Rousseau, que a Ciência e o seu progresso, por exemplo, surgem do esforço dos seres humanos em se desenvolverem para além das necessidades vitais, dos sentidos e da experiência que lhe são hereditários.

Portanto, a sociedade industrial exigiu do indivíduo a necessidade de reflexão sobre a complexidade moral dessa vida em sociedade, elevando a importância da cultura científica para fomentar esse pensamento refletido. Nesse sentido, o sociólogo francês defende que o próprio indivíduo necessita dessa ação coletiva que a educação proporciona, uma vez que representa o que há de melhor e mais humano em cada um.

Em nível cultural, todo sistema de ensino se encontra no universo social onde as relações de poder e dominação são mediadas por mecanismos institucionalizados (BOURDIEU, 2009), estando imperceptíveis para os indivíduos. Em outras palavras, o objetivo dos sistemas de ensino é a sua própria função de inculcação e de reprodução de um arbitrário cultural, sendo esses objetivos mantidos pela autorreprodução e pela reprodução dos grupos ou classes sociais.

Ainda, os sistemas de ensino designam o trabalho pedagógico como trabalho escolar, uma vez que é produtor e reproduzidor da sua existência institucional ao mesmo tempo em que

²² Aqui cabe ressaltar que essa obra de Durkheim, publicada em 2007 pela editora Martins Fontes, corresponde à terceira edição brasileira do livro escrito e publicado em francês no ano de 1919.

também produz e reproduz o desconhecimento da violência simbólica que exerce (VAN HAECHT, 2008).

Amplamente citado na literatura do campo da EC (SOUZA, 2018), os conceitos de Bourdieu (2009) auxiliam a compreender a complexidade do processo de reprodução das desigualdades sociais através do processo de escolarização. Em uma sociedade orientada pela conservação das estruturas para atender constantemente à lógica do lucro capitalista, a escola “consegue ainda mais facilmente convencer os deserdados de que devem seu destino escolar e social à falta de dons ou de méritos à medida que, em matéria de cultura, a privação absoluta exclui a consciência de privação” (BOURDIEU; PASSERON, 1992, p.253).

A discussão exposta acima tem como objetivo a reflexão da complexidade que envolve a personalidade (atitudes e hábitos) e o comportamento, de acordo com a ideia de educação social para uma democracia planejada de Karl Mannheim. No entanto, o próprio autor ressalta que “embora o comportamento integrado se estruture na personalidade, os padrões da integração da personalidade só podem ser socialmente induzidos e são, em grande parte, como produtos do ambiente cultural” (MANNHEIM, 1972, p.295).

Nesse contexto, de acordo com o sociólogo, a educação deve ser planejada de maneira sistemática e científica para fornecer cada vez mais oportunidades educativas que busquem a integração do conjunto do sistema educativo e do sistema profissionalizante ou vocacional; e no campo intelectual, deve haver uma elevação gradual dos níveis de moral e inteligência estabelecidos na vida em sociedade. Considerando que a individualidade social é o reflexo do contexto histórico em que ela está inserida, a educação social como premissa para a EA e EC deve suscitar o desenvolvimento de personalidades singulares que sejam capazes de responsabilizar-se e de prestar suas contribuições intelectuais para resolver os problemas sociais de sua época (MANNHEIM; STEWART, 1972).

Desse modo, os sistemas de ensino e as práticas educativas em espaço escolar assumem a importância para desenvolvimento individual e social. Conforme a discussão apresentada, o ambiental cultural – ou seja, social e ambiental – tem influência nos indivíduos, ao mesmo tempo em que o desenvolvimento individual não está desconectado do social. Em termos didáticos, a EC e EA defendidas pressupõe a AC e a crítica e transformação social, respectivamente, e, portanto, estão em consonância com a importância cultural e social de práticas educativas planejadas para contemplar conhecimentos, atitudes e valores ambientais que perpassam o indivíduo e a sociedade na discussão sobre problemas socioambientais.

2.5 Contribuições da Psicologia Ambiental sobre os conhecimentos e atitudes no desenvolvimento do comportamento ambiental

Nessa seção, realizo uma síntese e orientação dos conceitos abordados nas seções anteriores, utilizando as contribuições da Psicologia Ambiental, especialmente as teorias relacionadas ao comportamento ambiental e à importância dos conhecimentos, atitudes e valores.

A preocupação urgente da EA e EC deve ser com a democratização do acesso à cultura científica através dos sistemas de ensino, para que as novas gerações tenham o entendimento real da sua comunidade e do seu cotidiano através do esclarecimento de conceitos científicos contextualizados, reforçando a função social da instituição escolar. A aprendizagem conceitual é importante e não deve ser menosprezada, mas o conhecimento por si só não é suficiente para a mudança de comportamento com objetivos democráticos e por justiça socioambiental.

O desenvolvimento de atitudes, valores e competências é essencial para proporcionar aos(as) estudantes a capacidade de opinar e tomar decisões sobre problemáticas que envolvem a Ciência e Tecnologia e que possuem implicações individuais, sociais, econômicas e ambientais (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004). Esses pressupostos se relacionam com o argumento teórico defendido nas seções anteriores do presente capítulo, reforçando a importância da AC e da EA no entendimento da teia complexa que envolve as problemáticas ambientais, sendo os conhecimentos e atitudes trabalhadas em sala de aula uma forma aquisição de competências para entendimento dessas problemáticas. Agregando os conceitos mobilizados na seção antecedente, corroboram Pozo e Crespo (2009, p.28) ao defenderem que:

o desenvolvimento de atitudes e valores vai exigir que os conteúdos atitudinais sejam reconhecidos explicitamente como uma parte constitutiva do ensino das ciências, que deve promover não apenas atitudes ou condutas específicas, mas também normas que regulem essas condutas e, sobretudo, valores mais gerais.

Deste modo, desponta o conceito de atitudes ambientais. Atitudes ambientais são caracterizadas como orientações favoráveis ou desfavoráveis em relação à natureza ou à alguma problemática que dela advém e podem ser definidas como “percepções ou convicções relativas ao ambiente físico, inclusive os fatores que afetam sua qualidade” (AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION, 2001, p.89, tradução minha). Portanto, são atitudes desenvolvidas a partir da interação com o contexto em que se vive em sua totalidade, contemplando as relações entre o indivíduo e o meio ambiente em que está inserido. Para além do nível de sensibilização, que muitas vezes é relacionado com a apreciação à natureza, as

atitudes ambientais também dizem respeito a processos naturais ou antrópicos em que o meio ambiente é o objeto atitudinal (COELHO; GOUVEIA; MILFONT, 2006).

Nesse sentido, o campo da Psicologia Ambiental tem estudado os fatores que influenciam o comportamento ambiental através de modelos estatísticos causais. De maneira geral, essa área multidisciplinar, inserida dentro do campo da Psicologia, tem como objeto a análise dos “[...] processos e inter-relações das ações e experiências humanas com aspectos relevantes do ambiente físico e social que estão envolvidos (CANTER; CRAIK, 1981, p. 2)”. A busca por explicações e maneiras de predição desse comportamento tem como enfoque fatores cognitivos mensuráveis, como, por exemplo, as atitudes. Deste modo, existem diferentes teorias elaboradas a partir de quatro variáveis causais: fatores atitudinais (normas, crenças e valores), fatores contextuais, capacidades individuais e hábitos e rotinas individuais (STERN, 2000).

Uma das teorias mais conhecida para explicar o comportamento ambiental é a Teoria do Comportamento Planejado (TCP), proposta por Ajzen (1991). De acordo com o autor, os indivíduos tomam decisões racionais a partir de opções colocadas que implicam em benefícios e custos, focando, particularmente, mais do primeiro do que do segundo constructo. Sendo assim, o autor propõe que essa tomada de decisão está diretamente relacionada com a intenção de comportamento que, por sua vez, se relaciona com outros construtos cognitivos, a saber: atitudes, normas subjetivas e percepção de controle do comportamento.

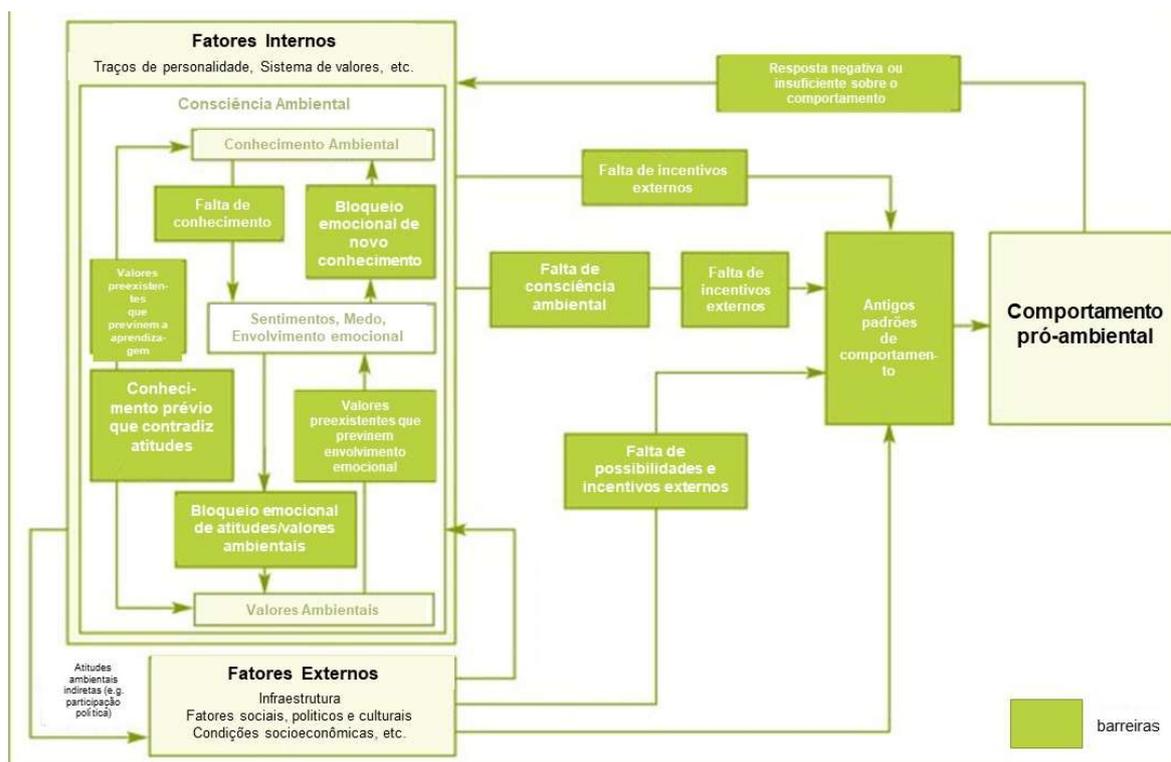
A TCP e suas reformulações têm sido estudadas há mais de três décadas, demonstrando sucesso em explicar, por exemplo, o comportamento ambiental e a escolha pelo uso do transporte público (KAISER; HÜBNER; BOGNER, 2005; HEATH; GIFFORD, 2006). Porém, a TCP é criticada por não incluir a variável do julgamento moral. Nesse sentido, outra teoria conhecida é a Teoria do Valor-Crença-Norma (VCN), proposta por Stern *et al.* (1999). A VCN faz parte da fundamentação teórica de questionário denominado Novo Paradigma Ecológico (NPE), primeiramente proposto por Dunlap e Van Liere (1978) e, posteriormente revisada por Dunlap *et al.* (2000), para avaliar o comportamento pró-ambiental dos indivíduos. De acordo com os autores, os valores individuais influenciam as crenças gerais de um indivíduo em relação ao meio ambiente e, portanto, despertam a preocupação desse indivíduo sobre as consequências de seu comportamento, atribuindo senso de responsabilidade. Nesse sentido, o NPE busca mensurar tais valores ao revelar cinco faces da visão ecológica dos indivíduos: 1) realidade de limites do crescimento; 2) anti-anthropocentrismo; 3) fragilidade do equilíbrio da

natureza; 4) rejeição do excepcionalismo; e 5) possibilidade de uma crise ecológica (DUNLAP *et al.*, 2000).

Esse modelo tem tido sucesso em explicar uma gama de comportamentos ambientais, como por exemplo, a reciclagem, o consumo sustentável e o apoio a políticas de sustentabilidade, entre outros (STERN *et al.*, 1999; ANDERSSON; SHIVARAJAN; BLAU, 2005; AGUILAR-LUZÓN *et al.*, 2006). Porém, entre as dificuldades das teorias TCP e VCN está a ausência de aplicabilidade com adolescentes e crianças, visto que os estudos foram realizados com adultos (BRONFMAN *et al.*, 2015). Esses valores têm potencial para serem incorporados na EA e na EC, conforme argumentado nas seções anteriores deste capítulo, uma vez que tais valores são essenciais para a explicação dos diferentes aspectos do comportamento ambiental.

Embora os conceitos de interesse da presente tese sejam as atitudes e os conhecimentos ambientais, a discussão teórica apresentada até aqui tem em seu cerne o comportamento pró-ambiental. Reconhecendo sua complexidade, a figura 1 abaixo corresponde ao modelo explicativo do comportamento pró-ambiental de Kollmuss e Agyeman (2002), elaborado após revisão sistemática de literatura e que auxilia a organizar os conceitos e teorias mobilizados nesta seção. Desse modo, as autoras demonstram como o comportamento pró-ambiental é formado por diferentes fatores internos e externos, com relações por vezes mútuas e com diferentes barreiras.

Figura 1. Modelo de comportamento pró-ambiental.



Fonte: traduzido de Kollmuss e Agyeman (2002).

O modelo de comportamento pró-ambiental proposto por Kollmuss e Agyeman (2002) é autoexplicativo, mas alguns pontos são importantes de serem explicados. Conforme a legenda da figura 1, as barreiras atuam tanto interna com externamente e as setas apontam a direção em que determinado aspecto cognitivo se desenvolve ou sofre influência de outro fator, sendo que as setas mais curtas apontam atitudes ambientais tomadas por outras razões que não ambientais como, “por exemplo, consumir menos devido a um sistema de valores que promove a simplicidade ou devido a fatores externos, como restrições monetárias (p.257)”. Os autores destacam que a barreira representando velhos padrões de comportamento, pouco considerados na Psicologia Ambiental, podem ser obstáculos significativos para os fatores internos e externos e quando estão em associação no desenvolvimento do comportamento pró-ambiental.

Considerando o exposto acima, observo uma oportunidade no texto para trazer novamente a reflexão proposta na seção 1.2 do primeiro capítulo sobre os movimentos sociais como o *Fridays for future*. Considerando os impactos atuais das MCG e como elas podem condicionar, de maneira ainda mais severa o bem-estar planetário das gerações futuras, devemos compreender melhor o que têm levado esses jovens a se interessar por questões ambientais ou, especificamente, a tomar a decisão de ir para as ruas participar desses protestos.

Reconheço que parte dessas motivações são cientificamente explicadas por outros conceitos da Psicologia Ambiental. Estudos no continente europeu tem atribuído o sentimento de identificação com o grupo e o medo das consequências ambientais entre esses(as) ativistas climáticos (BRÜGGER, et al., 2020), enquanto que no Brasil, estudos sugerem a influência do ambiente familiar e acadêmico na busca por justiça social a ambientais (SANTOS; LIMA, 2022). Desse modo, conhecimentos, atitudes e valores ainda possuem sua influência em diferentes níveis e contextos. A EA e a EC participam nesse processo cognitivo? Se participam, em qual medida contribuem para a formação de valores que expressam a preocupação pela proteção ambiental?

Para responder a essas perguntas, prossigo com as contribuições da Psicologia Ambiental, que tem elaborado instrumentos psicométricos para investigar esses valores, porém tendo como enfoque o processo educativo. Fundamentada pelas teorias apresentadas anteriormente e por constantes atualizações nos instrumentos psicométricos com adolescentes, avanço para explicitar o modelo que será utilizado pelo presente estudo.

O modelo dos Dois Principais Valores Ambientais [(2-MEV), em inglês *Two Major Environmental Values*] consiste na proposição de uma escala psicométrica composta por vinte perguntas baseadas em fatores de primeira ordem (atitudes) que podem indicar fatores de ordem superior (valores). Estes fatores de ordem superior foram categorizados em Preservação (PRE) e Utilização (UTL). Os valores PRE descrevem valores relacionados a "uma dimensão biocêntrica que reflete a conservação e proteção do meio ambiente", e os UTL indicam uma "dimensão antropocêntrica que reflete a utilização dos recursos naturais" (WISEMAN; BOGNER, 2003, p.787, tradução minha). Por exemplo, fatores de primeira ordem como a preocupação com os recursos naturais e a valorização da natureza combinam-se com o fator de ordem superior do PRE, enquanto a alteração da natureza e do domínio do homem corresponde à ordem superior do UTL (BOGNER; WISEMAN, 1999). A figura 2, abaixo, apresenta um gráfico de pirâmide com as dimensões de acordo com seus níveis (valores e atitudes), com a base exemplificando as afirmações correspondentes às atitudes.

Figura 2. Gráfico de pirâmide representando o Modelo dos dois principais valores ambientais (2-MEV).



Fonte: elaboração própria (2023).

Deve-se considerar que uma mudança de atitude e ganho de conhecimento não levará diretamente a uma mudança de comportamento, a menos que se considere os contextos sociais nos quais o conhecimento e as atitudes são investigados (KOLLMUSS; AGYEMAN, 2002; CARVALHO, 2006; BRAUN; DIERKES, 2019) — embora estas atitudes permaneçam importantes para políticas que buscam uma mudança social.

Deste modo, a escala 2-MEV foi testada e aplicada nas últimas décadas em diferentes países, como Alemanha, Costa do Marfim, Estados Unidos, Grécia, Irlanda, México, entre outros (BOGNER; WISEMAN, 2006; JOHNSON; MANOLI, 2011; BORCHERS *et al.*, 2014; BINNGIEßER; RANDLER, 2015; BOGNER, 2018; MAURER; BOGNER, 2020). Esses estudos demonstraram que a escala possui alta confiabilidade e correlação entre seus componentes, revelando atitudes e valores ambientais de estudantes de diferentes níveis educacionais em diferentes contextos culturais.

Mais recentemente, Bogner (2018) sugere que a mensuração do constructo cognitivo denominado Apreciação da Natureza, além dos valores UTL e PRE, pode aumentar sua capacidade como ferramenta para avaliar programas de educação ambiental e promover preferências menos exploradoras da natureza. Ou seja, as experiências diretas e indiretas na natureza podem influenciar o comportamento ambiental de um indivíduo (KOLLMUSS; AGYEMAN, 2002; DOMINGUES; GONÇALVES, 2020). Além disso, a escala 2-MEV tem sido utilizada em conjunto com outros instrumentos para mensuração do comportamento autodeclarado e níveis de conhecimento ambiental em estudos de avaliação de práticas

educativas ambientais, sugerindo sua adequação e uma correlação de fraca a moderada com esses outros fatores cognitivos do comportamento ambiental (SCHNEIDERHAN-OPEL; BOGNER, 2019).

O uso de instrumentos psicométricos, como o modelo 2-MEV, se caracteriza como um mecanismo de investigação de percepções e atitudes vinculadas ao comportamento ambiental. Assim, como uma escolha técnica e metodológica que pode auxiliar a identificação de como os indivíduos percebem e se relacionam com o meio ambiente, esses instrumentos podem ser importantes aliados às práticas educativas em EA (SATO, 2003; PATO, 2005). Desse modo, mesmo a vertente da EAC também pode se alicerçar em tais instrumentos de maneira crítica, pois, assim, se consideram:

todos os aspectos envolvidos nas ações pró-ambientais, procurando compreendê-los em inter-relação com o contexto de vida dos indivíduos e os significados que atribuem à natureza, para alcançar interpretações mais próximas de suas percepções, com vistas à proposição de intervenções sobre a questão ambiental (PEREIRA; REIS, 2017, p. 117).

As práticas pedagógicas tradicionais fazem parte da rotina escolar, caracterizada por relações e atividades em que as crianças se encontram sozinhas, ou seja, atividades individuais que antagonizam o caráter coletivo das relações sociais. Nesse sentido, a EA e a EC devem ter como enfoque as atitudes individuais que levam ao comportamento individual, objetivando a consciência coletiva para a transformação social, mas que esses pressupostos sejam contemplados por atividades práticas e que estimulem a cooperação e sociabilidade. Carvalho (2006, p. 45) sintetiza precisamente os pressupostos de uma educação científica contemporânea, tendo em vista as problemáticas ambientais do nosso tempo:

A condição necessária, no ensino de um dado conteúdo de Ciências, é que estas propostas inovadoras sejam compostas de atividades de ensino que permitam aos alunos combinar o conhecimento científico que está sendo ensinado com a habilidade de tirar conclusões baseadas em evidências, de modo a compreender e ajudar a tomar decisões sobre o mundo e as mudanças nele provocadas pela atividade humana. É necessário também que estas atividades possibilitem o engajamento reflexivo de estudantes em assuntos científicos que sejam de seu interesse e preocupação permitindo aos alunos compreenderem Ciências e suas tecnologias.

A partir desses pressupostos, os processos de ensino e de aprendizagem de conhecimentos, atitudes, procedimentos e valores ambientais devem ultrapassar o paradigma de acumulação de conhecimentos para a simples inclusão no mercado de trabalho ou ingresso no ensino superior, mas provocar a reflexão sobre as condições materiais do contexto em que se aprende e que se vivencia. Em consonância com o caráter mutável da ideia de democracia que se liga com o capitalismo, a personalidade democrática, também mutável, será construída com base na divisão de responsabilidades, dos controles e da prestação de contas aos cidadãos,

que permeariam a estrutura da personalidade em nível individual e social (MANNHEIM, 1972).

Nesse sentido, destaca-se a importância do processo educativo na formação para o enfrentamento da crise socioambiental, através de momentos de aquisição de conhecimento que favoreçam o aprendizado ativo e autônomo, perpassando momentos individuais e coletivos de descoberta, discussão e reflexão entre pares. Entende-se que o conhecimento sistemático, ou simplesmente o conhecimento ambiental em sua dimensão mais conceitual e conteudista, não levará à mudança de atitude (HEBERLEIN, 2012).

O fator cognitivo do conhecimento também é importante para o comportamento ambiental e, especificamente, pode ser compreendido em três dimensões: pelo seu caráter mais científico, mas também o conhecimento sobre os impactos e a eficiência de atitudes ambientalmente responsáveis (KAISER; FUHRER, 2003). Particularmente sobre o conhecimento ambiental, autores têm defendido a sua compreensão a partir de três dimensões: conhecimento Relacionado ao Sistema (SYS, do inglês *System-related knowledge*), conhecimento Relacionado à Ação (ACT, do inglês *Action-related knowledge*) e conhecimento Sobre a Eficácia (EFF, do inglês *Effectiveness knowledge*) (KAISER; FUHRER, 2003).

De acordo com Kaiser, Roczen e Bogner (2008), a primeira dimensão do conhecimento se refere aos conhecimentos científicos referentes aos processos naturais dos ecossistemas e os seus efeitos na relação ser humano e natureza. A segunda dimensão do conhecimento ambiental é caracterizada pelos conhecimentos sobre as possibilidades de comportamento disponíveis que são apropriados a determinado problema socioambiental. A terceira dimensão desse conhecimento é definida pelos conhecimentos mais específicos, que informam sobre a eficácia do impacto de cada atitude ambiental ou a comparação entre as atitudes alternativas (KAISER; FUHRER, 2003; KAISER; ROCZEN; BOGNER, 2008). Portanto, o que os autores argumentam é que, para agir de modo ambientalmente responsável, os indivíduos devem saber o porquê, como e as consequências de determinado comportamento.

Entendo que o conhecimento ambiental em suas três dimensões é importante para sua operacionalização e compreensão mediante atividades pedagógicas, porém os indivíduos devem estar conscientes das razões, alternativas e consequências de seu comportamento ambiental, tornando esse constructo substancial e viável em seu cotidiano (FRICK; KAISER; WILSON, 2004; KAISER; ROCZEN; BOGNER, 2008). A dimensão SYS deve ser entendida como a definição lógica do conhecimento ambiental, no seu âmbito mais conceitual e

conteudista, e que, por si só, não ocasionará a mudança de atitude. Ainda assim, as demais dimensões (ACT e EFF) têm forte relação com a dimensão mais conceitual do conhecimento ambiental, influenciando o desenvolvimento de atitudes e comportamentos (KAISER; ROCZEN; BOGNER, 2008; BRAUN; DIERKES, 2019). Portanto, as atividades educativas com temáticas ambientais devem agir nessas três dimensões simultaneamente, utilizando de diferentes estratégias didáticas para direcionar a aprendizagem conceitual, atitudinal e procedimental.

Destaco que seria importante que educadores assimilem que, se as diferentes dimensões do conhecimento ambiental forem trabalhadas isoladamente, não se alcançará o efeito desejado, isto é, a apropriação de determinada atitude ambiental. Kaiser e Fuhrer (2003) argumentam que as três dimensões do conhecimento ambiental devem agir conjuntamente, em um movimento cognitivo convergente. De acordo com os autores, essa convergência do conhecimento poderia levar ao desenvolvimento do comportamento ecológico quando orientada por um objetivo ecológico, como, por exemplo, separar os resíduos gerados de forma correta, reduzir o consumo de energia, mudança dos hábitos alimentares, entre outros.

A partir dessa referência da necessidade de um objetivo ecológico direcionado ao desenvolvimento de atitudes ou comportamentos, alguns estudos têm apontado correlações entre conhecimentos e atitudes ambientais. Trabalhando com a temática da preservação de lobos com estudantes alemães e eslovenos, Randler *et al.* (2020) demonstraram correlação entre altos níveis de conhecimento e atitudes ambientais preservacionistas. Os autores também apontam que o ensino sobre os conhecimentos e atitudes sobre os lobos daquela região europeia tem conexão com o interesse em aprender dos(as) estudantes.

Em outro estudo, Liefländer e Bogner (2016) sugerem que estudantes que apresentaram baixo conhecimento EFF antes de participarem de atividades de EA também apresentaram um aumento do conhecimento ambiental nas dimensões SYS e ACT. Esses autores defendem a dimensão ACT como a mais difícil de ser aumentada, porém argumentam que, para aumentar os níveis da dimensão EFF, os(as) estudantes devem ter consciência do conjunto de suas ações que caracterizam o comportamento ambiental, destacando a importância e a complexidade da dimensão do conhecimento relacionado à ação.

Embasados pelo conhecimento, os valores e a personalidade devem ser consequências de atitudes mais biocêntricas e altruístas, uma vez que todos esses aspectos cognitivos influenciam o comportamento ambiental (KOLLMUSS; AGYEMAN, 2002; SCHULTZ,

2002). A partir da compreensão dessa complexidade de fatores, seria interessante que os(as) professores(as) de Ciências tenham condições de planejar sua prática pedagógica para que mobilize o desenvolvimento do comportamento ambiental e das personalidades democráticas com base em valores como cooperação, coletividade, autonomia e crítica.

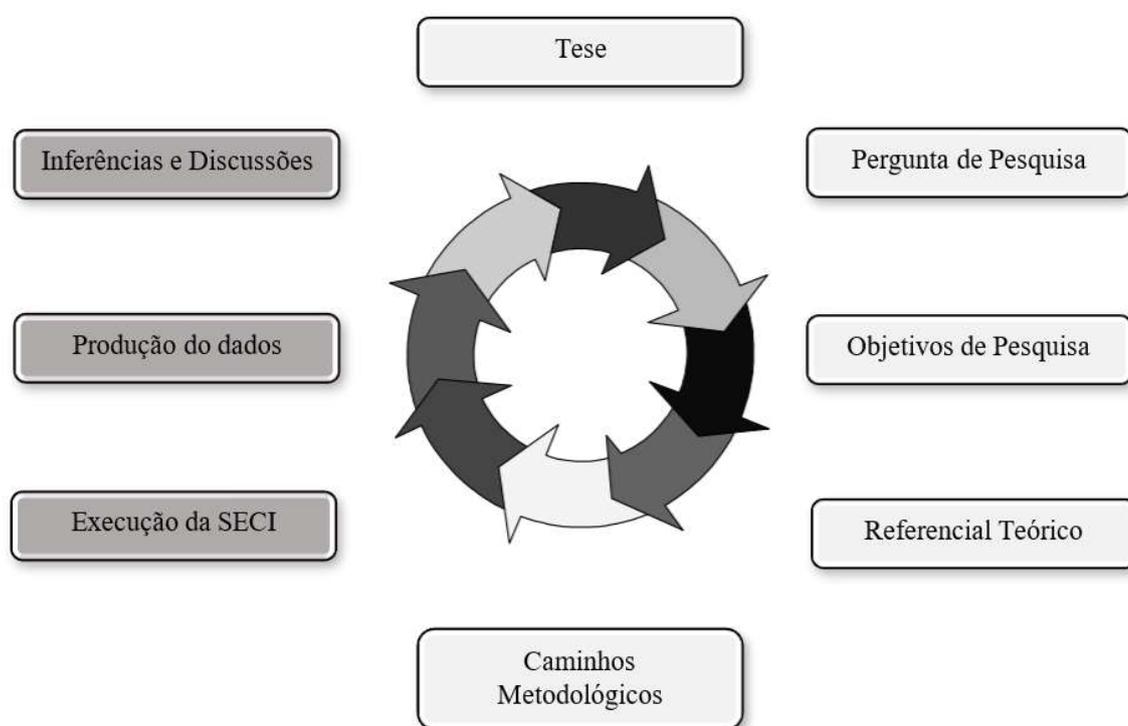
Portanto, se o objetivo da EA e da EC é a construção de conhecimentos, atitudes e comportamentos científicos para a formação de uma personalidade ética e responsável com os padrões democráticos, pautado em problemáticas ambientais, é imprescindível a contextualização e leitura histórica da realidade social. No que diz respeito às atitudes e comportamentos ambientais, Loureiro (2012, p. 86-87) corrobora ao dizer que:

[...] devemos compreender como são os ambientes de vida, qual a posição social ocupada pelos diferentes grupos e classes, como estes produzem, organizam-se e geram cultura, bem como as implicações sociais disso, para que uma mudança possa ser objetivada. [...] Há limites materiais, processos afetivos e aspectos motivacionais vários, em grande parte desconhecidos, que podem ser determinantes para nossa prática.

3. CAMINHOS METODOLÓGICOS

Nesse capítulo, dedico-me à apresentação das escolhas metodológicas da pesquisa quanto à sua natureza, objetivos, técnicas e análises realizadas nas diferentes etapas do presente estudo. Especificamente, serão detalhadas as escolhas metodológicas que foram empregadas em todas as etapas da pesquisa, bem como as escolas e os sujeitos participantes da pesquisa serão apresentados quanto às suas características sociodemográficas. A figura 3 ilustra o ciclo investigativo que se inicia no desenvolvimento da tese e termina, de volta, na apresentação deste texto de tese de doutorado.

Figura 3. Fluxograma apresentando as etapas de pesquisa (cinza-claro) e os resultados dos métodos qualitativos e quantitativos utilizados (cinza-escuro).



Fonte: Adaptado de Manzato e Santos (2012).

Devido ao fato de que as escolhas metodológicas desta pesquisa se caracterizarem, em suas distintas etapas, por métodos quantitativos e qualitativos, optou-se por dedicar um espaço para apontar elementos do debate que recaem sobre um aparente conflito entre ambos os métodos, particularmente na pesquisa do campo educacional. Pelo desenho da pesquisa de doutorado, julguei necessário a discussão sobre o falso dualismo tecnicista existente entre as duas abordagens, no âmbito da polarização entre o paradigma qualitativo e o quantitativo, de acordo com a História da Ciência.

Isto posto, entendo que a distinção entre tais paradigmas do método científico, aplicados à pesquisa em Educação, direciona a compreensão de uma incompatibilidade das duas abordagens, porém, essa constatação foi por muito tempo advinda apenas do nível técnico (SANTOS FILHO, 2013). Dessa forma, percebo um debate superficial que, alimentado por “ismos” e supostos “vieses”, impede o aprofundamento do debate sobre a relação sujeito-objeto, quantidade-qualidade, explicação-compreensão (GAMBOA, 2013). O mesmo autor argumenta que esse falso dualismo tecnicista:

[...] pode conduzir a falsas soluções, como, por exemplo, a conciliação eclética entre tendências conflitantes, tomando o que tem de melhor em cada modelo ou a escolha simples de um modelo e o desprezo dos outros, por serem considerados ideológicos, reducionistas ou pseudocientíficos (GAMBOA, 2013, p. 62).

Na tentativa de superar esse conflito, observa-se um esforço recente de estudiosos em apontar que esse antagonismo é contraproducente, na medida em que a escolha pelo uso de métodos quantitativos e qualitativos na investigação sobre determinado problema poderia proporcionar *insights* e poder preditivo mais sólido (SANTOS FILHO, 2013). Admitindo a intersubjetividade do pesquisador na relação sujeito-objeto e a interpretação dos fenômenos quando analisados em profundidade ao mesmo tempo em que se assume o potencial da operacionalização de variáveis através de análises estatísticas, afasta-se o antagonismo mútuo entre qualitativo e quantitativo para investigarmos o fenômeno do ensino e aprendizagem com mais repertório técnico, teórico-metodológico e de inferências epistemológicas.

Sem alongar a discussão concernente ao campo da Epistemologia e História da Ciência, reafirmo a posição de complementariedade da abordagem quantitativa e qualitativa, particularmente aplicadas ao objeto desta pesquisa. Aproveitando-se do conhecimento produzido historicamente sobre esse debate, destaco que essas contribuições corroboram com minha pesquisa de mestrado, na qual investiguei e argumentei a respeito do visível mutualismo antagônico nas pesquisas da área do Ensino (BARBOSA, 2019). Acredito ser necessário avançar nesse debate na medida em que escolhemos analisar o ensino e aprendizagem de Ciências e suas relações com as atitudes ambientais para uma conscientização ecológica/ambiental, uma vez que a mensuração de constructos psicológicos e o aprofundamento através da linguagem e seus significados são essenciais em uma sociedade cada vez mais imersa em uma crise socioambiental.

Como mencionado acima, os conhecimentos teóricos disponíveis e a trajetória do pesquisador apresentadas na introdução, confirmam o entendimento da presente pesquisa como uma articulação entre os níveis teórico, metodológico, técnico e epistemológico para a

reconstrução lógica da pesquisa compreendida dentro de condições materiais, sociais e históricas que a caracterizam como um produto social histórico (GAMBOA, 2013). Reconhecer a possibilidade de construir uma síntese entre esses dois polos – quantitativo e qualitativo – tidos como opostos, permite-nos“ produzir respostas novas para problemas e perguntas relacionados com o mundo da necessidade que envolve a educação e a sociedade nas condições históricas de seu desenvolvimento” (SANTOS FILHO; GAMBOA, 2013, p. 109).

3.1 Caracterização quanto à abordagem, natureza, tipo e técnicas de pesquisa

Após essas considerações a respeito do posicionamento epistemológico deste pesquisador, avanço para denominar a presente pesquisa como de abordagem mista ou com Métodos Mistos, uma vez que utilizei técnicas, processos e análises de caráter qualitativo e quantitativo. De acordo com Dal-Farra e Fetters (2017), a escolha por uma pesquisa com Métodos Mistos busca integrar os benefícios da abordagem qualitativa e quantitativa para melhor entendimento do problema de pesquisa.

Especificamente, pretendo, com a abordagem quantitativa, operacionalizar e mensurar determinado constructo, conduzir comparações entre grupos, elaborar modelos estatísticos e analisar variáveis de interesse (CASTRO *et al.*, 2010; DAL-FARRA; FETTERS, 2017). E, com a abordagem qualitativa, pretendo reunir aspectos subjetivos presentes na linguagem e nas atitudes, referentes às crenças, emoções e comportamentos manifestos durante as interações entre indivíduos (MINAYO, 2009; CASTRO *et al.*, 2010; DAL FARRA; FETTERS, 2017).

A partir dessa delimitação de abordagem do tipo mista, vale destacar características relevantes para a compreensão das etapas da pesquisa quanto ao tipo de design e forma de análise de dados e interpretação dos resultados. Optou-se pelo design sequencial explanatório, pois os dados qualitativos serão utilizados para explicar dados quantitativos (DAL-FARRA; FETTERS, 2017). Dessa forma, objetiva-se a visualização ampla do problema investigado (VILLAVARDE *et al.*, 2020), na medida em que os componentes dos dois tipos de abordagem serão combinados no momento de interpretação e análise dos resultados.

Isto posto, ressalto a disposição em empregar um olhar amplo e detalhado sobre os diferentes processos de ensino e aprendizagem que ocorrem no ambiente escolar, sobressaindo o aparente antagonismo entre os métodos quantitativos e qualitativos. Com esse movimento, caminhamos para a investigação desses processos pedagógicos de maneira que nos apontem números com histórias (DAL-FARRA; FETTERS, 2017). Considerando a tradição brasileira da pesquisa qualitativa no campo da Educação e a pluralidade de aproximações e elaborações

que as diferentes escolhas metodológicas qualitativas proporcionam, optou-se também pela escolha desse enfoque no contexto da pesquisa mista pois a abordagem qualitativa busca:

[...] esmiuçar a forma como as pessoas constroem o mundo à sua volta, o que estão fazendo ou o que está lhes acontecendo em termos que tenham sentido e que ofereçam uma visão rica. As interações e os documentos são considerados como formas de constituir, de forma conjunta (ou conflituosa), processos e artefatos sociais (ANGROSINO, 2009, p. 3).

Em relação aos objetivos a que se propõe, esta pesquisa se classifica como exploratório-descritiva, pois irá investigar a partir do esclarecimento de ideias, atitudes e conceitos que pertencentes ao fenômeno pesquisado, ao mesmo tempo em que tenciona a descrição do fenômeno em si, com o auxílio dos enfoques metodológicos direcionados (BOGDAN; BIKLEN, 2003). Utilizei da metodologia de pesquisa bibliográfica, de caráter exploratório e descritivo, para levantamento do tipo revisão de literatura da produção científica e acadêmica sobre atitudes ambientais no campo da EC. Sendo assim, foi desenvolvida a partir de referências teóricas já produzidas, seguindo os passos de escolha do tema, levantamento bibliográfico preliminar, busca das fontes, leitura, fichamento e tratamento do material coletado para revelar os estudos e conhecimentos produzidos pela área (BOGDAN; BIKLEN, 2003; GIL, 2008; REIGOTA, 2007).

Vale destacar que o levantamento bibliográfico não se configurou como um estudo do tipo Estado da Arte ou Estudo do Conhecimento, pois apesar de ter utilizado procedimentos inventariantes e descritivos, não tive como objetivo a descrição do processo de institucionalização da área e da comunidade de pesquisadores ou o diagnóstico temas relevantes, emergentes e recorrentes, tampouco almejei uma análise de caráter epistemológico (FERREIRA, 2002; SLONGO, 2004; ROMANOWSKI; ENS, 2006). Nessa revisão de literatura, portanto, direcionei os procedimentos para analisar características de trabalhos acadêmicos sobre um objeto de pesquisa específico dentro da área da EC, estabelecendo um enfoque sobre as tendências teóricas e metodológicas e, principalmente, sobre os resultados e conhecimentos produzidos.

Deste modo, as buscas foram realizadas nas seguintes bases de dados: 1) atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), de 2011 a 2019, pois é o principal evento do país para o debate e divulgação de pesquisas na área; 2) Portal de Periódicos da CAPES (PdPC), de 2007 a 2019, caracterizada como a maior fonte de informação científica com um acervo que inclui artigos publicados em mais de 40 mil periódicos de inúmeros países; 3) Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do IBICT (BDTD), de 2010 a 2019, pois trata-se de um acervo que disponibiliza textos parciais ou completos de trabalhos de pós-graduação de

instituições de ensino e pesquisa do Brasil; e 4) a *Web of Science*, em todo o acervo e período disponível, que se caracteriza como um repositório internacional que abrange seis bases de dados diferentes e é considerado o maior banco de dados de citações, indexando milhões de trabalhos acadêmicos por ano. Ressalto que as buscas nas referidas bases de dados foram realizadas no segundo semestre de 2019, estabelecendo, portanto, o ano limite para seleção dos trabalhos. Já o ano inicial do período de tempo foi adaptado à cada base de dados com o objetivo de contemplar um número maior de resultados encontrados. Esse processo se repetiu com o mesmo objetivo para os termos utilizados nas buscas, conforme será detalhado a seguir.

A estratégia de busca aplicada nas atas do ENPEC disponíveis online consistiu em acessar a página do site que lista todos os trabalhos completos publicados e apresentados em cada edição, apresentando os títulos, nomes dos(as) autores(as) e palavras-chave. Nessa página, utilizei o mecanismo de busca do navegador pelo comando *CTRL+F* para verificar a incidência do termo “atitudes”; em seguida, o título e palavra-chave de cada trabalho apontado foram lidos para verificar resultados duplicados. No contexto do PdPC, a estratégia de busca empregada foi mais detalhada devido à grande quantidade de trabalhos nessa base de dados. Portanto, no campo de busca geral, utilizei os termos "atitudes ambientais" *AND* ("educação em ciências") para verificar sua ocorrência nos textos completos dos artigos. Por fim, a estratégia de busca aplicada na BDTD foi realizada através dos termos "atitudes ambientais" *AND* ("educação em ciências" *OR* “ensino de ciências”) no campo de busca geral disponível no site, apresentando resultados da ocorrência do termo nos textos completos das teses e dissertações.

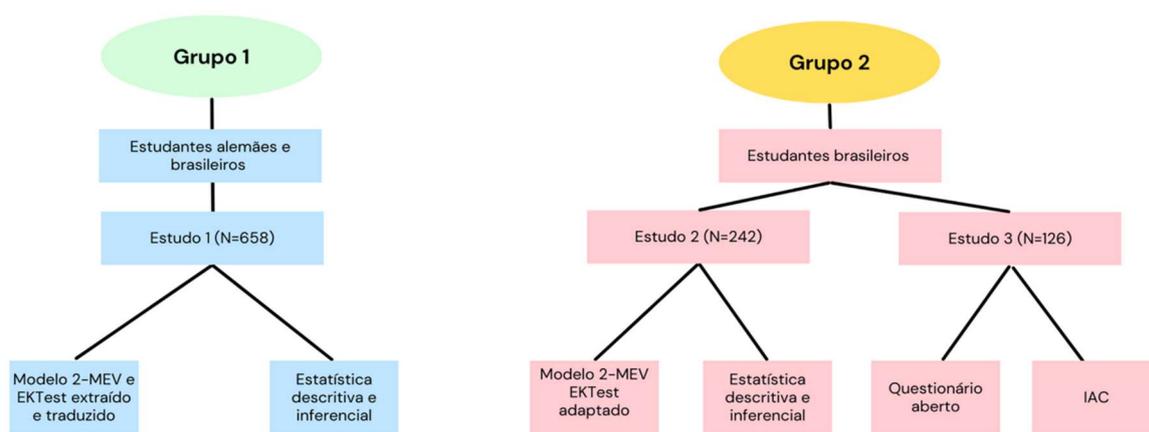
Embora essas bases de dados dessa pesquisa possuem distintos mecanismos de busca, o processo de filtragem das publicações seguiu critérios em comum. O primeiro processo de filtragem consistiu na leitura do título e palavras-chave; o segundo processo de filtragem consistiu na leitura dos resumos dos trabalhos selecionados; e, por fim, o terceiro processo de filtragem consistiu na leitura da introdução, metodologia e discussão dos resultados de cada trabalho selecionado. Assim, as buscas foram realizadas de maneiras singulares e serão detalhadas nos capítulos e seções seguintes. Também é importante ressaltar que apenas a BDTD, o PdPC e o ENPEC se constituíram como base de dados para elaboração do produto da tese 1 (apêndice 8.4), porém, juntamente com a base de dados *Web of Science*, compuseram os acervos de referências utilizados para o desenvolvimento da presente pesquisa. Os resultados quantitativos e qualitativos da revisão de literatura realizada nos referidos bancos de dados serão apresentados e discutidos na seção 4.4 do capítulo 4 de Resultados e Discussões.

No contexto da revisão bibliográfica para construção do referencial teórico relativo à Sociologia, destaca-se que as teorias sociais ao longo de sua história no campo da Sociologia sofrem reformulações e apropriações de constructos elaborados por seus antecessores, reconstruídas através de novas contribuições teóricas e contextuais. Sendo assim, a partir da ideia de Educação Social de Mannheim (1972), mas recorrendo às contribuições desde Durkheim à Bourdieu, busquei pontos para reflexão que podem ser incorporados aos processos de ensino e aprendizagem de conhecimentos científicos, as atitudes ambientais e a participação social e política.

3.2 Caracterização da pesquisa quanto aos participantes, amostras e locais de sua realização

Primeiramente, identifico e esclareço o processo de elaboração da amostra da presente tese de doutorado. Os(as) participantes da pesquisa foram divididos em duas amostras, de acordo com a etapa da pesquisa. A amostra do grupo 1, detalhada a seguir, foi composta de estudantes alemães e brasileiros. A amostra do grupo 2, detalhada a seguir, foi composta apenas de estudantes brasileiros. Estudantes brasileiros que compuseram a amostra do grupo 2 foram também divididos de acordo com a participação na intervenção didática proposta (Estudo 2 e Estudo 3), que será detalhada a seguir. A figura 4 abaixo apresenta um fluxograma com as divisões dos grupos de participantes e os respectivos estudos que foram conduzidos.

Figura 4. Fluxograma do processo de amostragem e elaboração dos estudos quanto às técnicas e análises que foram conduzidos durante a pesquisa.



Fonte: elaboração própria (2023).

Como um dos pressupostos metodológicos de nível técnico é o questionário fechado da escala do modelo 2-MEV (anexo 7.1) para análise das atitudes e valores ambientais de

estudantes, o questionário foi aplicado nos diferentes grupos, estudos e etapas da pesquisa. Vale destacar que este questionário já foi validado, traduzido e adaptado para o contexto brasileiro através de *backtranslation*²³.

Os estudos com o grupo 1 (N = 658) tiveram como objetivo a mensuração dos níveis de atitudes e conhecimentos ambientais e de caracterização da participação em movimentos sociais para proteção ambiental. Neste estudo, três questionários foram aplicados no início do ano de 2021 com estudantes do EM à Pós-Graduação de uma Instituição de Ensino Superior (IES) Pública da cidade de Porto Alegre, RS, e de uma IES da cidade de *Tübingen, Baden-Württemberg*, Alemanha, constituindo a primeira amostra comparativa com participantes do Brasil e Alemanha. Os(as) participantes receberam um questionário fechado sobre conhecimentos ambientais (anexo 7.3), extraído de Roczen *et al.* (2014), um questionário com a escala dos Dois Principais Valores Ambientais (modelo 2-MEV, anexo 7.1), extraído de Bogner (2007), e um questionário com informações sociodemográficas e relativas à participação em movimentos sociais para proteção ambiental (anexo 7.2).

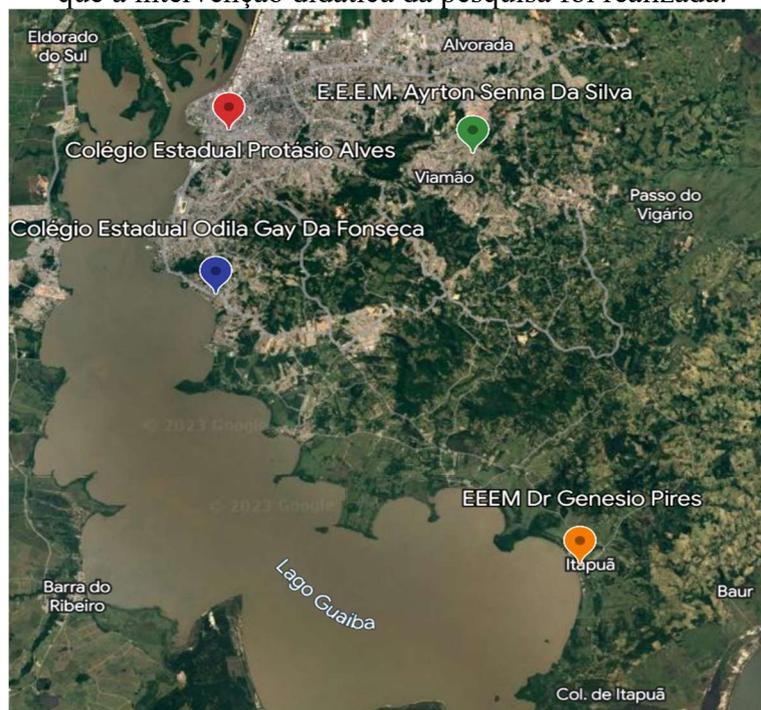
A amostra de participantes do grupo 2 (N = 242) foi delimitado a partir de estudantes dos anos finais do EF II e ao 2º ano do EM de escolas selecionadas na cidade da Região Metropolitana de Porto Alegre que participaram da intervenção didática de execução da Sequência de Ensino Crítico-Investigativo estruturada com a estratégia didática da SECI-RPE, que será apresentada na seção 3.3 do presente capítulo. As escolas que compõem o estudo 2 são: a) Colégio Estadual Odila Gay da Fonseca, localizado no bairro Ipanema na cidade de Porto Alegre, RS; b) Colégio Estadual Protásio Alves, localizado no bairro Azenha na cidade de Porto Alegre, RS; c) Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Genésio Pires, localizada no município de Itapuã, região metropolitana de Porto Alegre, RS; d) Escola Estadual de Ensino Médio Ayrton Senna da Silva, localizada no município de Viamão, região metropolitana de Porto Alegre, RS.

Os(as) participantes da escola “a)” compreendem estudantes do EF de uma comunidade escolar que também possui EM, localizada em um bairro de classe média da cidade de Porto Alegre e que demonstraram acesso e habilidade com recursos digitais. Os(as) participantes da escola “b)” compreendem estudantes de uma comunidade escolar tradicional que oferta apenas

²³ A escala 2-MEV foi traduzida da sua versão original em alemão para o português por um tradutor oficial, sendo que essa primeira versão traduzida foi, então, avaliada por duas pesquisadoras da área do Ensino para verificar a correspondência da tradução “literal” ao contexto brasileiro. Por fim, a versão traduzida e contextualizada foi novamente traduzida para o alemão, avaliada novamente por um pesquisador da área para apontar a congruência entre as versões (cf. BARBOSA; RANDLER, ROBAINA, 2021).

o EM, localizada em uma região central da cidade e, portanto, representam um perfil socioeconômico e vivências diversas em comparação com as outras escolas. A escola “c)” está localizada em uma área histórica e rural de Viamão, na região metropolitana de Porto Alegre; sendo assim, os(as) estudantes do EM que participaram da pesquisa residem nessa área ou no extremo sul da capital, com um perfil socioeconômico de classe média baixa e com muito contato com áreas verdes e protegidas, em oposição às demais escolas. Finalmente, a escola “d)” está localizada em um território urbanizado com uma população de baixa renda, com algumas ocupações em áreas de riscos e problemas de saneamento básico; os(as) estudantes do EF que participaram da pesquisa demonstraram o menor acesso e habilidades com recursos digitais, em comparação com as demais escolas. A figura 5, abaixo, apresenta uma representação geográfica das escolas selecionadas. Cabe destacar que, por se tratar de uma pesquisa de caráter quase-experimental, os mesmos questionários fechados e questionários abertos foram aplicados com os diferentes grupos de estudantes dessas escolas.

Figura 5. Mapa da Região Metropolitana de Porto Alegre com a localização das escolas em que a intervenção didática da pesquisa foi realizada.



Fonte: elaborado e extraído do Google Earth (2023).

Os critérios de inclusão e exclusão das escolas foi definido para contemplar comunidades escolares de distintos contextos sociais e ambientais dentro da Região Metropolitana de Porto Alegre. Ainda, fatores relacionados com a disponibilidade, o interesse e aceite dos representantes da gestão escolar também foram fundamentais para inclusão e exclusão de escolas da amostra. O contato com as escolas, e especificamente com a equipe

diretiva de cada escola, se deu por intermédio de professores(as) que ouviram a proposta da pesquisa e comunicaram à direção. Após uma reunião presencial com os(as) professores(as) e diretores(as) em cada escola, estabeleci o cronograma de execução e as turmas que estariam disponíveis para serem convidadas a participar da intervenção didática. Essas etapas de contato com as escolas, convite aos(as) estudantes, entrega e recebimento dos termos de assentimento ou consentimento livre e esclarecido, intervenção didática e coleta de dados foram realizadas entre fevereiro e outubro do ano de 2022²⁴.

Compreendendo estudantes dos anos finais do EF II e ao 2º ano do EM, a amostra do grupo 2 corresponde à etapa do estudo desenhada como quase-experimental (GIL, 2008). Estes(as) estudantes responderam aos mesmos questionários citados anteriormente (anexos 7.1, 7.2 e 7.4) em três momentos diferentes: 1) antes do início da SECI-RPE; 2) logo após conclusão da SECI-RPE; e 2) 6 semanas depois do início da SECI-RPE²⁵. Os(as) estudantes não foram avisados do conteúdo ou do momento da aplicação de todos os questionários a fim de evitar possíveis vieses ou preparação. Também para evitar vieses, a ordenação das questões no questionário foi reorganizada entre o segundo e terceiro momentos de aplicação.

Desse modo, o design do tipo quase-experimental possibilita relativo controle sobre possíveis desafios à validade da intervenção didática a ser realizada (TUCKMAN; HARPER, 2012). Em termos metodológicos, a pesquisa quase-experimental se coloca como adequada em situações particulares da realidade educacional, especialmente quando é a figura de uma pessoa da universidade conduzindo aulas ou investigando as particularidades de uma escola, entre outros fatores. Sendo assim, é possível realizar a comparação entre dois métodos didáticos, dentro dos quais os(as) estudantes serão designados(as) sem necessidade de aleatorização, mas

²⁴ Nesse momento, considero necessária essa nota de rodapé para mencionar o impacto da pandemia de COVID-19 na educação básica. De maneira direta, as mudanças educacionais impostas afetaram o cronograma de execução da presente tese, porém, indiretamente pude vivenciar o início da volta ao ensino presencial após mais de utilização do ensino remoto. Embora não seja o objeto da pesquisa, o impacto desse período excepcional nos dados coletados está sendo considerado. Por exemplo, Lichand et al. (2022) sugerem uma aprendizagem no ensino remoto de 27.5% do que poderia ser aprendido no equivalente presencial, além de um aumento da evasão escolar no contexto do estado de São Paulo. Os resultados dos autores são um alerta e servem de referência, uma vez que as escolas brasileiras ficaram mais tempo fechadas em comparação com outros países. Tais impactos podem ser analisados por estudos futuros no contexto do estado do Rio Grande do Sul e/ou no desempenho da aprendizagem em Ciências.

²⁵ A definição do período para aplicação do teste de retenção se baseou em outros estudos que aplicaram a escala 2-MEV e questionários sobre conhecimentos ambientais juntamente com práticas educativas ambientais (cf. SCHNEIDERHAN-OPEL; BOGNER, 2020; SCHUMM; BOGNER, 2016). Esse delineamento e período também se relacionam com estudos de intervenção didática fundamentados pela teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel (cf. MOREIRA; DIONÍSIO, 1975).

de acordo com as condições das comunidades escolares em que a presente pesquisa é realizada (SHADISH; COOK; CAMPBELL, 2002; TUCKMAN; HARPER, 2012).

Os estudos comparados (em inglês comumente chamados de *cross-cultural studies*) são muito comuns no campo da Psicologia Ambiental e também no campo educacional, mas com pressupostos que podem divergir. O grupo 1 de participantes foi essencialmente comparado, conforme detalhado ao longo deste capítulo, com base nas variáveis que correspondem às informações sobre atitudes e conhecimentos ou sociodemográfica. Essa escolha levou em consideração as limitações de comparações de variáveis mensuradas por escalas ou questionários, a saber: aceitação social (respostas com índices elevados que seriam bem estimados socialmente) e efeito do teto (índices já elevados que podem ser pouco afetados em um design quase-experimental, ou seja, pela intervenção pedagógica) (CÔRTEZ *et al.*, 2016). A opção por não comprar casos, mas sim variáveis, tende a potencializar o poder de generalização ao mesmo tempo em que enriquece os detalhes subjetivos e conjunturais que envolve os(as) participantes da pesquisa.

Entre os(as) estudantes que fazem parte do grupo 2, foi feito um recorte com base na participação na SECI-RPE e nas atitudes ambientais. Para o estudo 2 que realizou análises comparativas, dois subgrupos foram formados (n = 242): a) participantes e não participantes da intervenção didática e b) participantes do grupo 2 com escores elevados em PRE (que chamamos de *Preservers*) e participantes do grupo 2 com escores elevados em UTL (*Utilizers*).

Essa divisão possui correspondência metodológica (SCHNEIDERHAN-OPEL; BOGNER, 2019) e teórica (KOLLMUSS; AGYEMAN, 2002; GEIGER; GEIGER; WILHELM, 2019) devido à correlação entre os conhecimentos gerais ou específicos e atitudes favoráveis ao meio ambiente. Por fim, o estudo 3 que objetivou a análise dos IAC, apenas os(as) participantes da intervenção didática com a SECI-RPE sobre MCG (n = 126) foram inclusos.

Vale destacar ainda que, em termos de instrumentos na coleta de dados com participantes do grupo 2, foram realizadas e analisadas observações, notas de campo e questionários abertos à luz dos IAC (SASSERON; CARVALHO, 2008). Esses instrumentos permitem apontar observações e inferências enquanto o(a) pesquisador(a) se relaciona com o objeto e sujeitos de sua pesquisa, além de possibilitar o aprofundamento dos aspectos subjetivos potencialmente significativos (BOGDAN; BIKLEN, 2003), em especial nos momentos da intervenção didática.

Antes de continuar para as próximas seções, faço uma abordagem sobre a SECI-RPE, que foi aplicada junto às comunidades escolares que aceitaram participar do estudo. A próxima seção descreve a SECI-RPE através de uma breve explicação teórico-didática das suas etapas e das atividades investigativas que contemplaram toda sua execução.

3.3 Sequência de Ensino Crítico-Investigativo em uma Rotação por Estações (SECI-RPE): instrumento didático e metodológico

Da mesma forma que os capítulos anteriores iniciaram as discussões teóricas e metodológicas, essa seção apresenta as diretrizes didáticas que guiaram as atividades de Ciências com abordagem investigativa executadas. A presente SECI-RPE é um produto da trajetória acadêmica desse pesquisador (cf. BARBOSA, 2019), conforme apresentado na primeira seção do capítulo 1, bem como dos passos de pesquisa realizados durante o curso de doutorado, incorporando e refletindo as condições materiais e históricas de sua criação.

Nesse sentido, as diretrizes didáticas apresentadas a seguir forneceram os pressupostos que não só fazem parte, mas também atuaram) como fios condutores de todo o processo de ensino e aprendizagem. Portanto, planejei práticas pedagógicas com o trabalho de conceitos científicos e ambientais, contemplando o EnCI (SASSERON; CARVALHO, 2008; CARVALHO, 2018), bem como as dimensões do conhecimento sobre o sistema, conhecimento relacionado com a ação e conhecimento sobre a eficácia (KAISER; FUHRER, 2003).

As etapas observadas abaixo fundamentaram a construção da RPE com a temática das MCG implementada pela presente pesquisa. Antes do início da RPE, os(as) estudantes participaram de uma aula expositiva dialogada sobre a temática, visando contextualizá-los(as) da investigação que iriam conduzir e informá-los(as) sobre os processos e instrumentos que seriam utilizados. Para tanto, foram, inicialmente, formados grupos entre os(as) estudantes. Após a formação dos grupos, prosseguiu-se com a conceitualização, que foi realizada com a passagem de um trecho do documentário “Seremos história” [cujo título em inglês é *Before the flood*, (SEREMOS, 2016)] como ponto de questionamento e debate a partir dos conceitos de fotossíntese, desmatamento, gases do efeito estufa, industrialização e cadeia produtiva e alimentação. Dessa forma, os(as) estudantes já se encontravam inseridos(as) na temática da MCG e foram, após a conceitualização, informados(as) da pergunta de pesquisa a ser respondida através da investigação na RPE: “quais os possíveis efeitos e consequências dos hábitos alimentares do ser humano e o meio ambiente no contexto das mudanças climáticas

globais?”. Essa pergunta foi o ponto de partida para a investigação estruturada e para os aprofundamentos das discussões já realizadas.

A RPE com pressupostos do EnCI e AC sobre a temática MCG foi composta de quatro estações independentes, nas quais os(as) estudantes trabalharam de forma autônoma e em grupos após exposição dos conteúdos relevantes para a RPE e instruções para execução das tarefas. Os grupos se formaram a partir da divisão espontânea dos(as) estudantes em cada uma das estações, não ultrapassando o número de seis integrantes por grupo/estação, em cada uma das turmas participantes do estudo.

Considerando os pressupostos didáticos da RPE, cada grupo possuía dez minutos para execução dos desafios presentes em cada estação e, ao sinal do professor, deveriam trocar para a estação seguinte a fim de terminar o circuito e completar as respostas a todas as estações e desafios. Adaptando-se também à rotina escolar das diferentes instituições e turmas que participaram da pesquisa, a RPE teve duração de quatro aulas ou períodos divididos em dois dias de encontro utilizando a sala de vídeo da escola. A única exceção foram os(as) estudantes participantes da EEEM Dr. Genésio Pires, localizada na zona rural do município de Itapuã, região metropolitana de Porto Alegre, RS, pois a sala de aula regular da turma participante possuía os equipamentos de mídia necessários para os momentos pedagógicos da RPE.

A infraestrutura das escolas não foi o único aspecto que exigiu replanejamento didático e metodológico. Considerando que os(as) participantes da intervenção didática – grupos 2 da amostra, delimitados para os estudos 2 e 3 – estavam cursando os anos finais do EF e o 1º e 2º anos do EM, as diferenças das idades e do contexto das comunidades escolares impuseram adaptações no material didático e no tempo e quantidade de aulas para a execução dos momentos pedagógicos.

Conforme será explicitado a seguir, foi necessário elaborar duas RPE para cada nível de ensino, estabelecendo apenas diferenças na profundidade dos conhecimentos científicos. Para os(as) estudantes do EF, ao ser defrontado com dificuldade de leitura, concentração e de acesso à internet móvel em alguns(mas) dos(as) participantes, tive que limitar a pesquisa em apenas três das quatro estações da RPE inicialmente elaboradas. Além disso, um dos desafios da RPE para o EF foi a necessidade de mudar a exigência de resposta dissertativa para o preenchimento de palavras-cruzadas.

Vale ressaltar que as orientações para realização da investigação e as fichas de cada uma das estações passaram por avaliação externa. Com esse objetivo, uma pesquisadora

externa à pesquisa, mestra em Educação em Ciências e com trajetória acadêmica e docente associada ao EnCI, foi convidada e utilizou as categorias de introdução e apoio à investigação da ferramenta Diagnósticos de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI)²⁶ (CARDOSO; SCARPA, 2018) para avaliar o conteúdo da SECI e das RPE.

Esse procedimento para validação do conteúdo foi realizado para garantir a adequação conceitual sobre a temática da MCG, clareza da linguagem e coerência com os pressupostos do EnCI que podem ser analisados a partir da ferramenta elaborada pelas autoras citadas. As sugestões e correções elencados por essa professora pesquisadora foram acatados a fim de melhorar o planejamento e material que fizeram parte da intervenção didática.

A partir desse momento no presente texto, as diferentes RPE implementadas serão identificadas da seguinte forma: RPEEM, para a RPE aplicada com estudantes do EM; e RPEEF, para a RPE aplicada com estudantes do EF. A identificação de cada uma das etapas se dará por abreviatura alfanumérica, associando o número da etapa às siglas apresentadas acima. As folhas de atividades foram elaboradas e editadas a partir de exemplos gratuitos disponíveis na plataforma de design gráfico *Canva*²⁷.

A primeira estação (1RPEEM) continha dois gráficos (anexos 7.5 e 7.6) com imagens de satélite demonstrando o ganho e a perda de cobertura arbórea no Brasil, comparando os anos de 2001 e 2021. Nessa estação, os(as) estudantes tinham o seguinte desafio: “Discuta em grupo e escrevam sobre como o desmatamento pode se relacionar com as emissões dos gases do efeito estufa”. A folha de atividades da 1RPEEM que cada grupo de estudantes recebeu é apresentada na figura 6 a seguir.

²⁶ A ferramenta DEEnCI apresenta diferentes categorias que permitem avaliar a implementação do EnCI quanto à sua “estrutura, nível de autonomia dos estudantes e ações docentes em aulas investigativas” (CARDOSO; SCARPA, 2018, p.1035). No contexto da presente pesquisa, essa ferramenta foi uma referência teórica e procedimental para avaliar apenas como o professor-pesquisador estava planejando sua atuação durante a intervenção didática e, portanto, não contemplou o uso integral da ferramenta tampouco a atuação em sala de aula. Para mais detalhes sobre a construção e utilização da ferramenta DEEnCI, ver Cardoso e Scarpa (2018).

²⁷ O *Canva* é uma plataforma de design gráfico que permite aos usuários criar apresentações, infográficos, pôsteres e outros conteúdos visuais. Disponível em: < <https://www.canva.com> > Acesso em 02 de fev. 2022.

Figura 6. Folha entregue a cada grupo da 1RPEEM, contendo as instruções e desafio.

Estação 1

Nome dos integrantes do grupo: _____

INSTRUÇÕES

Observe com atenção as imagens de satélite apresentadas. Em verde está representada a cobertura vegetal, em azul está representando o ganho de cobertura vegetal, e em rosa está representada a perda de cobertura vegetal. Observe as diferenças nas imagens de acordo com o período de tempo e as regiões indicadas. Converse com os colegas sobre as suas interpretações. Faça anotações no Roteiro Individual e utilizem o Material de Apoio, que pode ser acessado pelo QRCode no canto desta folha de atividades.

DESAFIO 1

Considerando o papel que as árvores cumprem em coletar CO₂ da atmosfera e as relações sociais, econômicas e culturais das razões do aumento do desmatamento: Discuta em grupo e escrevam sobre como o desmatamento pode se relacionar com as emissões dos gases do efeito estufa.

SCAN ME

Fonte: elaboração própria (2022).

A segunda estação (2RPEEM) apresentava um gráfico no formato de mapa-múndi (anexo 7.7), separado por regiões geográficas, apontando as consequências climáticas para essas regiões se a temperatura média global aumentar em 2°Celsius. Nessa segunda estação, os(as) estudantes tinham o seguinte desafio: “Imagine que vocês estão em grupo representante dos estudantes em uma Conferência do Clima da sua cidade e o tema em debate são os impactos das mudanças climáticas na sua cidade. Qual o argumento vocês utilizariam para convencer sobre o entendimento que tiveram dos gráficos?”. A folha de atividades da 2RPEEM que cada grupo de estudantes recebeu é apresentada na figura 7 a seguir.

Figura 7. Folha entregue a cada grupo da 2RPEEM, contendo as instruções e desafio.

Estação 2

Nome dos integrantes do grupo: _____

INSTRUÇÕES

Observe com atenção os gráficos apresentados. Observe as diferenças nas imagens de acordo com o período de tempo, regiões do planeta e cores da legenda. Converse com os colegas sobre as suas interpretações. Faça anotações no Roteiro Individual e utilizem o Material de Apoio, que pode ser acessado pelo QRCode no canto desta folha de atividades.

DESAFIO 2

Imagine que na cidade de vocês está ocorrendo uma Conferência do Clima e o seu grupo de trabalho está representando o município onde moram. Em dado momento, inicia-se um debate sobre os impactos das mudanças climáticas na sua cidade. Qual o argumento que vocês utilizariam para explicar sobre o entendimento que tiveram dos gráficos?

SCAN ME

Fonte: elaboração própria (2022).

A terceira estação (3RPEEM) apresentava dois textos de portais de notícias distintos (MOTA, 2020; ALISSON, 2022), que tratavam de informações sobre os impactos ambientais, sociais e econômicos das MCG no contexto brasileiro e latino-americano. Na 3RPEEM, o desafio exigiu que os(as) estudantes fizessem a leitura, análise e seleção das principais informações das diferentes matérias jornalísticas. A folha de atividades da 3RPEEM que cada grupo de estudantes recebeu é apresentada na figura 8 a seguir.

Figura 8. Folha entregue a cada grupo da 3RPEEM, contendo as instruções e desafio.

A folha de atividades da 3RPEEM tem um fundo verde com ilustrações de pássaros e folhas. No topo, o título "Estação 3" é escrito em uma fonte cursiva. Abaixo dele, há um campo de texto para o "Nome dos integrantes do grupo".

O primeiro bloco, intitulado "INSTRUÇÕES", contém o seguinte texto: "Leia em grupo as duas matérias de jornal apresentadas. Identifique as fontes das informações. Converse com os colegas sobre as suas interpretações. Faça anotações no Roteiro Individual e utilizem o Material de Apoio, que pode ser acessado pelo QRCode no canto desta folha na folha."

O segundo bloco, intitulado "DESAFIO 3", contém a pergunta: "Qual(is) a(s) principal(is) informação(ões) apresentada(s) pelos textos lidos?". Abaixo da pergunta há um espaço em branco para a resposta.

No canto inferior direito, há um botão "SCAN ME" e um código QR que, quando escaneado, provavelmente leva ao material de apoio mencionado nas instruções.

Fonte: elaboração própria (2022).

A quarta estação (4RPEEM) apresentava dois *Quick Response Code* (QR CODE) que os(as) estudantes deveriam acessar em seus smartphones pessoais. O primeiro vídeo se tratava de um trecho de reportagem²⁸ que aborda o conceito de Bem-Viver e o segundo vídeo²⁹ apresentava um trecho de uma mesa-redonda na qual o filósofo indígena Ailton Krenak debate sobre o conceito do Antropoceno³⁰. O desafio da 4RPEEM exigia que, após assistir a ambos os vídeos, os(as) estudantes elencassem atitudes pró-ambientais de nível individual e coletivo.

²⁸ GNT, Canal. #7 Ailton Krenak e uma pergunta: o que é VIVER BEM para você? Menos é mais? Tecnologias da Esperança. Youtube, 20 de setembro de 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=tOLDIb-EXRg>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

²⁹ SELVAGEM, Ciclo de estudos sobre a vida. Ailton Krenak e a ideia do Antropoceno. Youtube, 27 de setembro de 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ZnuUIWA0I24>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

³⁰ A escolha por trabalhar com os conceitos de bem-viver e antropoceno se deu, pois, são relevantes para as atitudes e conhecimentos ambientais e, principalmente, por estarem nas matrizes curriculares fornecidas pelos(as) professores(as) parceiros(as) dessa pesquisa na escola. Assim, justifica-se pelo caráter transversal da Educação Ambiental na BNCC que pode ser oportunizada através de práticas pedagógicas alternativas que estimulam a contextualização socioambiental e o pensamento crítico dos(as) estudantes.

A folha de atividades da 4RPEEM que cada grupo de estudantes recebeu é apresentada na figura 9 a seguir.

Figura 9. Folha entregue a cada grupo da 4RPEEM, contendo as instruções e desafio.

Estação 4

Nome dos integrantes do grupo: _____

INSTRUÇÕES

Utilize o smartphone para escanear os QRcodes abaixo.
Trabalhe individualmente ou em dupla.
Utilize fone de ouvido, se possível, ou assista com outro colega em volume baixo.
Pause o vídeo e faça anotações no Roteiro Individual, se necessário.

SCAN ME

VÍDEO 1

SCAN ME

VÍDEO 2

DESAFIO 4

Após assistir os vídeos, escreva sobre atitudes sustentáveis de caráter individual e coletivo.

Fonte: elaboração própria (2022).

Dando continuidade, apresento os materiais didáticos utilizados na pesquisa para a aplicação da intervenção didática no nível escolar do EF. Conforme será observado, a profundidade dos conteúdos trabalhados, o design das folhas e alguns desafios da RPEEF foram modificados. A identificação pelas siglas alfanuméricas seguirá a mesma apresentada para a RPEEM.

A atividade que compreendia a leitura de QR CODE para acesso aos vídeos foi excluída, pois a maior parte dos(as) estudantes desse nível de ensino não possuíam *smartphones* pessoais para serem utilizados pelos grupos. Sendo assim, nos momentos pedagógicos com os(as) estudantes que realizaram a RPEEF, a metodologia da RPE foi alterada para que mais de um grupo de estudantes trabalhassem na mesma estação ao mesmo tempo, assegurando as condições de espaço físico e intelectual para discussão dentro do grupo e realização das atividades.

A primeira estação (1RPEEF), apresentada na figura 10 abaixo, continha dois gráficos (anexos 7.5 e 7.6) com imagens de satélite demonstrando o ganho e a perda de cobertura arbórea no Brasil, comparando os anos de 2001 e 2021. Nessa estação, os(as) estudantes tinham o seguinte desafio: “Discuta em grupo e escrevam sobre como o desmatamento pode se relacionar com as emissões dos gases do efeito estufa”.

Figura 10. Folha entregue a cada grupo da 1RPEEF, contendo as instruções e desafio.

Estação 1

Nome dos integrantes do grupo: _____

INSTRUÇÕES

Observe com atenção as imagens de satélite apresentadas. Em verde está representado a cobertura vegetal, em azul esta representado o ganho de cobertura vegetal, e em rosa está representado a perda de cobertura vegetal. Observe as diferenças nas imagens de acordo com o período de tempo e as regiões indicadas. Um mapa é do ano de 2001 e o outro mapa é do ano de 2021. Converse com os colegas sobre as suas interpretações. Faça anotações no Roteiro Individual e utilizem o Material de Apoio, que pode ser acessado pelo QRCode no canto desta folha de atividades.

DESAFIO 1

Os dois mapas mostram uma diferença nas cores azul e rosa. A cor azul pode representar a preservação da natureza e plantio de árvores; a cor rosa pode representar desmatamento ilegal. A cor verde representa a vegetação, principalmente as árvores. Discuta em grupo e respondam: "Qual a relação/ligação/conexão que vocês acreditam que existe entre o desmatamento e as emissões dos gases do efeito estufa?"

SCAN ME

Fonte: elaboração própria (2022).

A segunda estação (2RPEEM) apresentava um gráfico no formato de mapa-múndi (anexo 7.7), separado por regiões geográficas, apontando as consequências climáticas para essas regiões se a temperatura média global aumentar em 2°Celsius. Para o EF, optei por colocar o desafio na forma de uma atividade de perguntas e respostas, mantendo a exigência de que os(as) estudantes interpretassem as mesmas informações contidas no gráfico. A folha de atividades da 2RPEEM que cada grupo de estudantes recebeu é apresentada na figura 11 a seguir.

Figura 11. Folha entregue a cada grupo da 2RPEEF, contendo as instruções e desafio.

Estação 2

Nome dos integrantes do grupo: _____

INSTRUÇÕES

Observe com atenção o gráfico apresentado. Observe as diferenças nas imagens de acordo com a região do Planeta Terra e as cores do gráfico. Converse com os colegas sobre as suas interpretações da legenda do gráfico. Faça anotações no Roteiro Individual e utilizem o Material de Apoio impresso e que também pode ser acessado pelo QRCode no canto desta folha de atividades.

DESAFIO 2

Observando o gráfico, o que pode acontecer com a **Região Norte do Brasil (NSA)** se a temperatura média global subir 2°C? _____

Observando o gráfico, o que pode acontecer com a **Região Nordeste do Brasil (NES)** se a temperatura média global subir 2°C? _____

Observando o gráfico, o que pode acontecer com a **Região Centro-Oeste do Brasil (SAM)** se a temperatura média global subir 2°C? _____

Observando o gráfico, o que pode acontecer com a **Região Sudeste do Brasil (SES)** se a temperatura média global subir 2°C? _____

Observando o gráfico, o que pode acontecer com a **Região Sul do Brasil (SSA)** se a temperatura média global subir 2°C? _____

SCAN ME

Fonte: elaboração própria (2022).

A terceira estação (3RPEEM) apresentava duas matérias jornalísticas retiradas de diferentes portais de notícias (MOTA, 2020; ALISSON, 2022), que tratavam de informações sobre os impactos ambientais, sociais e econômicos das MCG no contexto brasileiro e latino-americano. Na 3RPEEM, o desafio exigiu que os(as) estudantes fizessem a leitura, análise e resposta das principais informações e conhecimentos na forma de palavras-cruzadas. A folha de atividades da 3RPEEM que cada grupo de estudantes recebeu é apresentada na figura 12 a seguir.

Figura 12. Folha entregue a cada grupo da 3RPEEF, contendo as instruções e desafio.

Estação 3

Nome dos integrantes do grupo: _____

INSTRUÇÕES

Leia em grupo a matéria de jornal apresentada.
 Converse com os colegas sobre as suas interpretações.
 Faça anotações no Roteiro Individual e utilizem o Material de Apoio, que pode ser acessado pelo QRCode no canto desta folha de atividades.
 Com base no texto lido e na discussão com os colegas do grupo, responda as perguntas abaixo completando a cruzadinha.

DESAFIO 3

- 1 - Nome do fenômeno relacionado com o aumento da emissão de gases como o Metano (CH₄) e Gás Carbônico (CO₂).
- 2 - Camada gasosa que envolve o Planeta Terra e que acompanha os movimentos de rotação e translação.
- 3 - A principal fonte de emissão de gases do efeito estufa na América Latina e Caribe.
- 4 - Para reduzir as emissões de gases do efeito estufa em 50% até 2030 e tornar o planeta neutro em carbono antes de 2050, vamos precisar construir uma nova sociedade mais _____.
- 5 - Entre as opções para remoção de carbono por esse setor estão a _____ e a restauração de ecossistemas naturais.
- 6 - Nome do fenômeno que prejudica o bem-estar dos seres vivos, desde animais e plantas até o ser humano, pois prejudica a disponibilidade de recursos hídricos e de alimentos devido à falta de chuvas.

Palavras cruzadas:

1: _____

2: _____

3: _____

4: _____

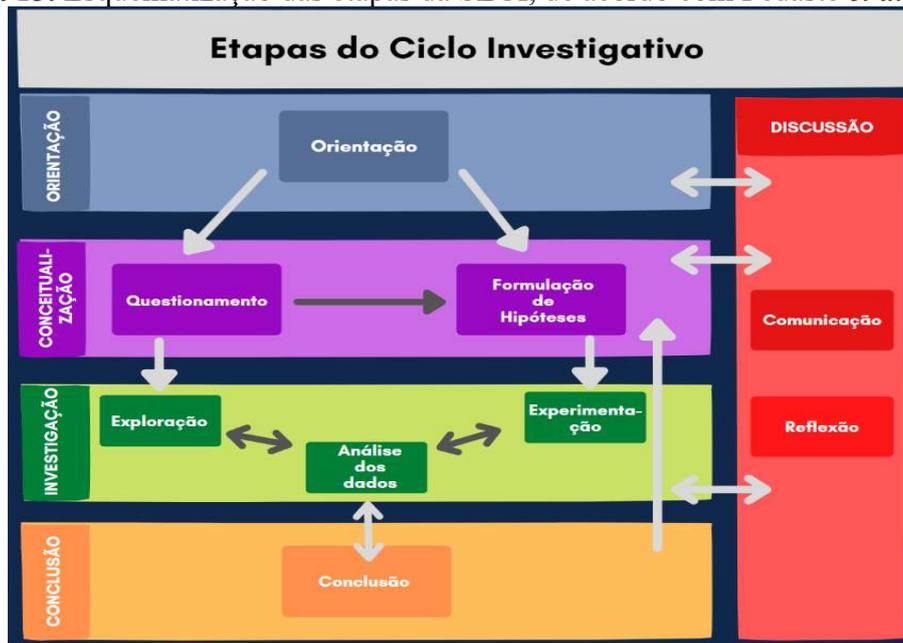
5: _____

6: _____

Fonte: elaboração própria (2022).

As etapas que estruturaram inicialmente o planejamento da intervenção didática podem ser visualizadas na figura 13 abaixo. Portanto, a descrição dos materiais e escolhas didáticas tiveram como objetivo contemplar a estrutura proposta por Pedaste *et al.* para execução da intervenção didática ao longo de quatro períodos de encontros do professor-pesquisador com cada uma das turmas participantes. Os questionários pré e pós foram aplicados imediatamente antes e após o término das aulas. O questionário de retenção, por sua vez, foi agendado com os(as) professores(as) de cada escola para aplicação seis semanas após o último encontro da intervenção didática, conforme será detalhada na seção seguinte do presente capítulo.

Figura 13. Esquematisação das etapas da SECI, de acordo com Pedaste *et al.* (2015).



Fonte: Traduzido e adaptado de Pedaste *et al.* (2015).

Para esclarecer a ideia de conexão da abordagem didática investigativa sobre a temática da MCG a partir do ciclo investigativo de Pedaste *et al.* (2015), as etapas sugeridas pelos autores serão brevemente descritas a seguir.

A primeira etapa do ciclo investigativo consiste no momento de "estimular a curiosidade dos alunos sobre os conteúdos a serem trabalhados, realizando direcionamentos através de um problema" (PEDASTE *et al.*, 2015, p.56, tradução minha). A segunda etapa é a *Conceitualização*, que caracteriza o momento de "definir a pergunta de pesquisa ou hipóteses a serem testadas com base em um referencial teórico" (PEDASTE *et al.*, 2015, p.56, tradução minha). Essa etapa pode ainda ser dividida em *Questionamento*, para gerar perguntas de pesquisa com base no problema definido, e em *Geração de hipóteses*, que, como o nome indica, é a construção das hipóteses a serem testadas de acordo com o problema de pesquisa. Sua execução por parte do pesquisador e professores(as) parceiros(as) ocorreu através da utilização de mídias digitais ou textos físicos, em ambos os casos do problema de pesquisa teórico ou experimental.

A terceira etapa é chamada de *Investigação*, que é o processo investigativo em sua definição mais estrita, ou seja, consiste na "exploração ou experimentação, coleta e análise de dados com base nos experimentos planejados ou na exploração" (PEDASTE *et al.*, 2015, p.57, tradução minha). A investigação pode ainda ser dividida em três subetapas: a) exploração, que é o processo da sistematização dos dados gerados; b) experimentação: desenhar ou planejar experimentos de acordo com as hipóteses e problema definidos; e c) análise de dados, que é o

momento de dar sentido aos dados coletados e/ou sintetizados. Sua execução por parte do pesquisador e professores(as) parceiros(as) ocorreu através de atividades manipulativas e trabalho em grupo.

A quarta etapa é chamada de *Conclusão* consiste em “apontar conclusões sobre os dados, comparar inferências feitas fundamentadas nos dados em relação com as hipóteses ou pergunta de pesquisa” (PEDASTE *et al.*, 2015, p.57, minha). Sua execução por parte do pesquisador e professores(as) parceiros(as) ocorreu através da resposta aos desafios das estações 1 e 2 da RPEEM e 1 da RPEEF. A quinta e última etapa é chamada de *Discussão*, que compreende os processos científicos “de descrever, criticar, avaliar e discutir a investigação e/ou cada etapa da investigação realizada, tendo como enfoque a reflexão sobre os momentos de aprendizagem experienciados” (PEDASTE *et al.*, 2015, p.57, tradução minha). É uma etapa vital para a retrospectiva das interações ocorridas, bem como de encaminhamentos e conexões com outros conteúdos escolares ou problema do cotidiano escolar, incrementando a criação da cultura científica escolar. Sua execução por parte do pesquisador e professores(as) parceiros(as) ocorreu através de uma apresentação curta dos grupos de estudantes formados na realização das etapas anteriores.

Com esse enquadramento, a presente SECI, estruturada metodológica e didaticamente na forma de RPE, é um resultado do referencial teórico e da literatura revisada, particularmente sobre o EnCI e a EA, alinhando sua vertente crítica com as diretrizes da EDS nos espaços institucionalizados de ensino, no escopo da abordagem didática investigativa. Por outro lado, as etapas executadas através da RPE também incorporam os momentos da presente pesquisa, de caráter quase-experimental, visto que as técnicas e instrumentos descritos anteriormente foram concretizados antes, durante e depois das práticas pedagógicas, particularmente com os questionários fechados e abertos e as notas de campo.

3.4 Instrumentos e mensurações

Um dos pressupostos metodológicos de nível técnico para a mensuração de atitudes e valores ambientais dos(as) participantes é a escala dos Dois Principais Valores Ambientais [do inglês *Two Major Environmental Values (2-MEV)*] (BOGNER; WISEMAN, 1999; BOGNER, 2007). O detalhamento teórico desse instrumento está presente na seção 2.5 do capítulo do Referencial Teórico. A aplicação dessa escala se deu em diferentes momentos do processo investigativo e, com sua validação a tradução já consolidadas, foi adaptada para o contexto didático das escolas que foram investigadas.

Os questionários para mensurar os níveis de conhecimento ambiental foram extraídos de Roczen *et al.* (2014) e Geiger, Geiger e Wilhelm (2019) e está dividido de acordo com as três dimensões do conhecimento ambiental: cinco questões de conhecimento sobre o sistema; quatro questões de conhecimento relacionado à ação; e cinco questões de conhecimento sobre a eficácia.

É importante mencionar que no estudo com o grupo 1, o questionário aplicado foi exatamente o mesmo elaborado pelos autores citados acima. Para o grupo 2 (que foram selecionados e participaram dos estudos da implementação SECI-RPE), uma adaptação desse mesmo questionário para atender as especificidades das temáticas, conteúdos e habilidades que serão mobilizadas durante a intervenção didática.

Particularmente para dos conhecimentos ambientais, que possui apenas uma alternativa correta para cada pergunta, a resposta certa foi recodificada para o valor de 1, e as respostas incorretas foram recodificadas para o valor de 0. Em termos qualitativos, o questionário adaptado foi avaliado quanto à coerência de seu conteúdo pelo pesquisador e autor deste texto e pela pesquisadora que também avaliou a SECI-RPE, bem como quanto à adequação aos níveis de ensino por supervisoras e professores(as) das escolas participantes da pesquisa. Em termos quantitativos, o questionário foi analisado estatisticamente quanto a sua validade, confiabilidade e nível de dificuldade através de análises fatoriais pertinentes e que serão detalhados na próxima seção.

Fiz a escolha pelo uso de questionários fechados (de múltipla escolha para os conhecimentos, enquanto que escala Likert para as atitudes) para mensuração dos constructos citados acima, bem como das informações sociodemográficas, devido à objetividade e possibilidade de coletar os dados de um número grande de participantes (GIL, 2008; MARCONI; LAKATOS, 2017). As notas de campo foram companheiras no momento de execução do design quase-experimental, permitindo a recolha de detalhes ou informações complementares aos dados fornecidos pelos demais instrumentos (GIBBS, 2009; DAL-FARRA; FETTERS, 2017).

Conforme inicialmente planejado, a utilização de entrevistas semiestruturadas foi modificada e adaptada ao novo contexto da presente pesquisa. Com o intuito de atender aos objetivos propostos, escolhi a utilização de questionários abertos para investigar, qualitativamente, os conhecimentos e atitudes ambientais dos(as) estudantes participantes da intervenção didática. Justifica-se, logo, pela investigação qualitativa desses constructos a partir

da especificidade dos conhecimentos e atitudes trabalhadas em cada uma das estações da SECI-RPE.

Portanto, os dados coletados através de questionários abertos permitiram a investigação de aspectos implícitos sobre os níveis de conhecimento, uma vez que se caracterizam como escolha técnica do caminho metodológico direcionada para a subjetividade dos respondentes (BOGDAN; BIKLEN, 2003). Nesse sentido, os questionários abertos possibilitam a análise de IAC durante os processos de ensino e aprendizagem bem como o desvelamento de aspectos subjetivos relacionados às atitudes ambientais (e.g., normas sociais e intenção de realizar determinada atitude ambiental). Essas informações implícitas do processo de AC e dos níveis de conhecimentos ambientais e suas relações com as atitudes e comportamento ambiental possibilitaram o aprofundamento sobre esses conceitos, mensurados de maneira quantitativa, e a junção de histórias a esses saberes e atitudes dos(as) participantes da pesquisa (CASTRO *et al.*, 2010).

3.5 Análise dos dados

Tratando-se de uma pesquisa com Métodos Mistos, as análises dos dados coletados também se ocorreu de maneira quantitativa e qualitativa. O questionário sobre os conhecimentos ambientais, mencionado na seção anterior, foi denominado *EKTest*³¹ e sua validade e confiabilidade foi verificada através de análise fatorial e modelagem para analisar dados categóricas (e.g. modelagem Rasch e TRI). Assim, foi possível analisar a capacidade do questionário em mensurar os níveis de conhecimentos ambientais em função das habilidades, personalidades e dificuldade de acerto em cada questão, bem como o constructo psicológico latente que se pretende mensurar.

A análise das respostas aos questionários foi através de tratamentos de estatística descritiva, testes-t, correlações e modelos de regressão linear, incorporando variáveis independentes como gênero e idade, e variáveis dependentes como a pontuação dos(as) estudantes, de acordo com as respostas aos questionários. Particularmente sobre a variável gênero, realizei a codificação em 1 = masculino e 2 = feminino para as análises estatísticas³².

³¹ A sigla se origina do inglês *Environmental Knowledge Test*, ou em português, teste de conhecimentos ambientais. A escolha pela sigla se justifica por termos práticos de manipulação na base de dados e escrita, uma vez que não há um consenso na literatura em como abreviar ou qual a sigla mais adequada quando se refere ao questionário.

³² Vale destacar que o questionário continha a opções de resposta “diverso” e “prefiro não responder” para gênero. Porém, observações com esses valores foram excluídas da análise.

Os mesmos dados, quando coletados de estudantes dos grupos que participaram integralmente da intervenção didática – grupo tratamento (“*experimental*”) – serão analisados pelos métodos quantitativos já mencionados, além de análise de variância entre o referido grupo e o outro grupo de estudantes que não participaram da intervenção – grupo controle (“*test-retest group*”).

Para as análises de dados qualitativos, foram utilizadas as IAC propostas por Sasseron e Carvalho (2008). Conforme apresentado na seção 2.2 do capítulo do Referencial Teórico, uma das maneiras de analisar e avaliar a AC em sala de aula é por meio de IAC (SASSERON; CARVALHO, 2008), considerando o pressuposto que esses indicadores não são excludentes entre si, mas revelam diferentes aspectos da AC durante os processos de ensino e aprendizagem.

De acordo com as autoras, os indicadores podem ser divididos em três grupos: 1) o trabalho com os dados obtidos em uma investigação; 2) as dimensões que estruturam o pensamento no desenvolvimento de uma argumentação ou ideia; e 3) os aspectos da compreensão da investigação realizada (SASSERON; CARVALHO, 2008). Os grupos da IAC são apresentados no quadro 1 a seguir.

Quadro 1. Os indicadores da Alfabetização Científica, descrição das suas dimensões e de cada um dos grupos.

Grupos dos IAC	Dimensões	Descrição
Seleção e tratamento de dados de uma investigação	Seriação	sem ordem prévia, consiste em um rol de dados, uma lista de dados trabalhados
	Organização	ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado
	Classificação	ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas
Estruturação do pensamento	Raciocínio lógico	compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionada à forma como o pensamento é exposto
	Raciocínio proporcional	aspectos do modo como as variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas
Entendimento da situação analisada	Levantamento de hipóteses	aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema (pode surgir da forma de uma afirmação ou de uma pergunta)
	Teste de hipóteses	colocar à prova as suposições anteriormente levantadas (pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias)

	Justificativa	quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto
	Previsão	quando é mencionada uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos
	Explicação	quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas (estão relacionadas à justificativa para o problema)

Fonte: Extraído e adaptado de Sasseron e Carvalho (2008) e Penha, Carvalho e Vieira (2015).

As respostas escritas dos(as) estudantes participantes foram tabeladas e analisadas de acordo com as dimensões perceptíveis durante a AC. Compreendendo apenas uma das técnicas e métodos escolhidos para analisar os dados coletados, os IAC foram utilizados de maneira complementar, visto que a própria AC envolve processos cognitivos relacionados a uma cultura científica escolar que, na presente tese, foi investigada em relação a sua concorrência com o desenvolvimento de atitudes e conhecimentos pró-ambientais.

Desse modo, investigou-se os efeitos da aplicação da SECI-RPE sobre MCG através das respostas dos(as) estudantes que fazem parte do grupo 2. Sendo assim, o recorte foi composto por 126 (cento e vinte e seis) estudantes que, conforme a explicação dinâmica da intervenção didática realizada ao longo do ano de 2022, trabalharam em grupos para formular uma resposta ao questionário aberto.

Considerando os desafios de todas as estações da SECI-RPE apresentadas na seção 2.3 do capítulo do Referencial Teórico, foram analisadas 58 (cinquenta e oito) respostas dos diferentes grupos de estudantes das turmas das quatro escolas participantes da pesquisa.

Ressalta-se, porém, que dentro do escopo dessa seção de descrição metodológica da pesquisa, um detalhamento maior dessas análises será fornecido nos capítulos subsequentes. No entanto, o rigor metodológico será seguido com vistas à convergência e integração das distintas etapas da pesquisa, culminando na produção de conhecimento após inferências e discussões sobre a complementariedade das escolhas metodológicas quantitativas e qualitativas.

Cabe destacar que essa pesquisa foi apreciada e aprovada pelo Comitê Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), representado pelo Comitê de Ética (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sob registro de Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) número 57490922.4.0000. Considerando a questão da ética em pesquisa com estudantes do nível básico, os(as) participantes, de forma voluntária,

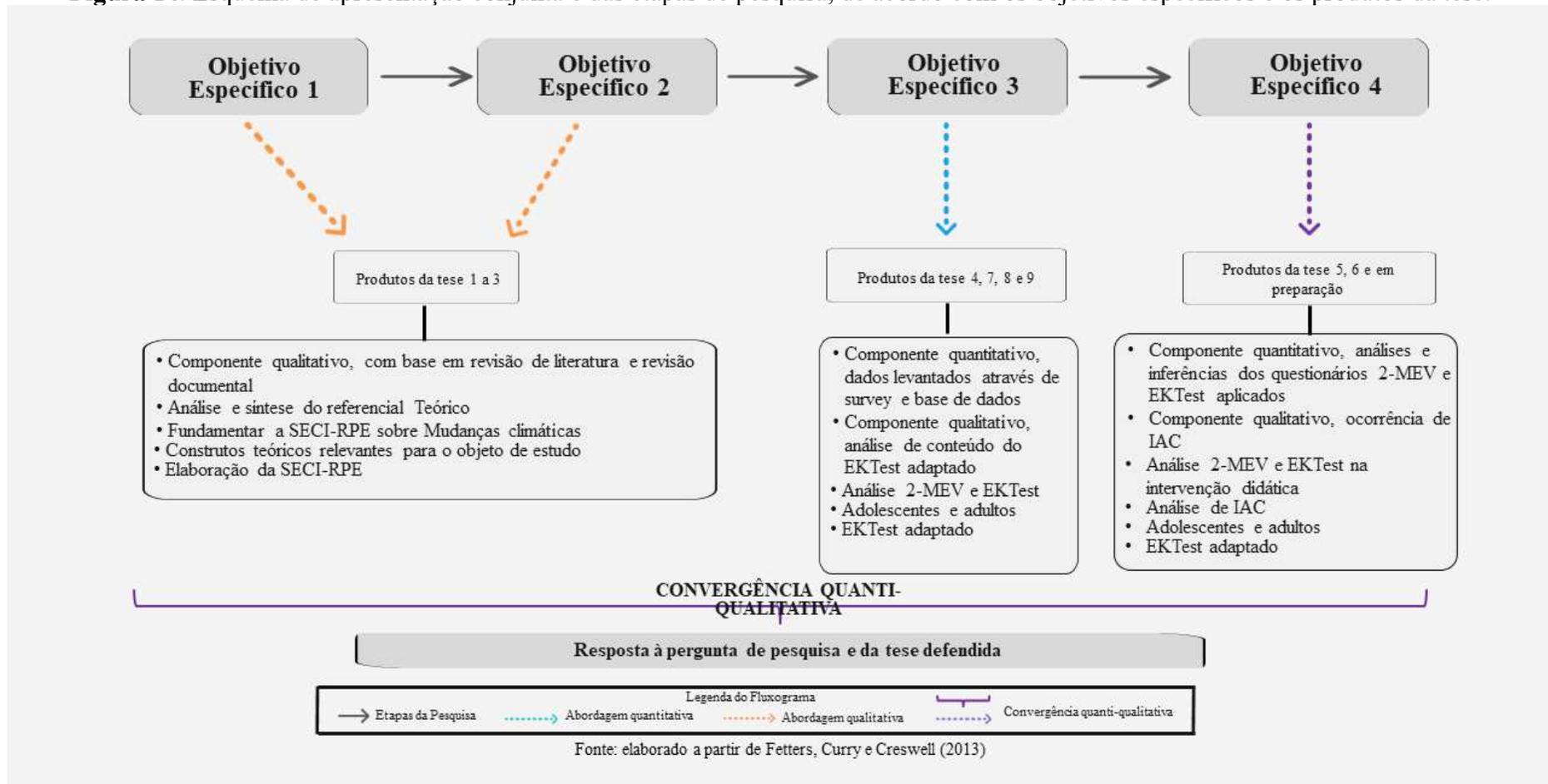
participaram mediante assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), para estudantes participantes menores de 18 anos, bem como do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), para estudantes participantes com 18 anos ou mais responsáveis dos(as) estudantes menores de idade³³. Por fim, as instituições escolares que aceitaram participar da pesquisa também o fizeram por consentimento mediante assinatura de Carta de Anuência.

Em conclusão, as seções desse capítulo tinham como objetivo esclarecer os aspectos orientadores da presente pesquisa quanto ao seu nível teórico, metodológico, técnico e epistemológico e, portanto, passaremos para os capítulos que trazem os dados e as análises realizadas.

Desse modo, a figura 14 a seguir demonstra a esquematização do percurso metodológico da presente pesquisa, com base na forma de integração dos Métodos Mistos, denominado de apresentação conjunta (traduzido do inglês *joint display*), apontada por Castro *et al.* (2010) e Dal-Farra e Fetters (2017). Para além da satisfação ao rigor metodológico presente na abordagem quantitativa e qualitativa, busco esclarecer para o leitor, através dessa técnica, como o problema de pesquisa foi disseminado por meio dos objetivos específicos e, então, suas consequências na forma de trabalhos acadêmicos ou no prosseguimento das etapas de pesquisa.

³³ Os documentos mencionados se encontram no capítulo de Apêndices do presente texto.

Figura 14. Esquema de apresentação conjunta e das etapas de pesquisa, de acordo com os objetivos específicos e os produtos da tese.



Fonte: elaboração própria, a partir de Fetters, Curry e Creswell (2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente capítulo apresenta os principais resultados desta tese de doutorado. Dessa forma, é composto por análises e discussões que precederam os estudos 1 a 3, bem como os resultados e desdobramentos dos referidos estudos.

Inicialmente, na seção 4.1 faço a exposição dos resultados da revisão de literatura sobre trabalhos acadêmicos na área da Educação em Ciências que investiga também as atitudes ambientais, em um manuscrito que está submetido para avaliação na Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental (REMEA)³⁴. Na seção 4.2, destaco os principais achados da primeira parte do estudo comparado entre Brasil e Alemanha, onde investiguei os conhecimentos e atitudes ambientais de estudantes de ensino superior desses dois países e a relação entre essas variáveis e a participação em manifestações de grupos para proteção ambiental; esse estudo já foi publicado na revista internacional *Sustainability*³⁵.

A seção 4.3 reúne os testes estatísticos relativos às análises fatoriais do *EKTest* bem como as análises de sua aplicação junto ao modelo 2-MEV no contexto da intervenção didática com a SECI-RPE sobre as MCG. A seção 4.4 contempla o componente qualitativo desta tese de doutorado, discutindo as ocorrências dos IAC nas respostas de estudantes que participaram da intervenção didática.

A seção 4.5 compreende a síntese analítica e reflexiva dos resultados quantitativos e qualitativos da pesquisa, avançando para uma convergência das discussões apresentadas nas seções anteriores. Todas as diferentes produções apresentadas em eventos científicos ou publicadas em periódicos têm seu resumo disponibilizado como apêndices deste texto.

Por fim, apresento a seguir o quadro 2 abaixo com um panorama dos testes estatísticos e o principal resultado encontrado. Antes de avançar para a seção 4.1, julguei pertinente resumir as informações dos métodos e análises quantitativas utilizadas e que serão detalhadamente discutidas nas seções 4.2 e 4.3 para situar o(a) leitor(a) não tão familiarizado com a estatística.

³⁴ A REMEA é classificada como A3 de acordo com a avaliação quadrienal 2017-2020 da CAPES. Endereço eletrônico da revista: <<https://periodicos.furg.br/remea/index>> Acesso em 02 de out. de 2023.

³⁵ A Sustainability é classificada como A2 de acordo com a avaliação quadrienal 2017-2020 da CAPES e também possui fator de impacto 3.9. O artigo já publicado pode ser acessado na íntegra em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/14/8010>> Acesso em 02 de fev. de 2023.

Quadro 2. Panorama dos testes estatísticos realizados, seus objetivos, grupo de participantes, variáveis e principal resultado encontrado.

Nome do teste	Objetivo do teste ³⁶	Grupo de participantes	Variáveis selecionadas	Principal resultado
Análise de correlação de Pearson	Medir se duas variáveis estão relacionadas de maneira linear com dados paramétricos	Grupo 1	Média modelo 2-MEV e Média <i>EKTest</i>	A mudança em uma variável não está associada à mudança na outra variável, ou seja, não estão mensurando o mesmo construto
Modelo linear geral multivariado	Analisar a relação linear entre uma variável de desfecho contínua e múltiplas variáveis preditoras	Grupo 1	Média modelo 2-MEV, Gênero, Idade, Nível educacional, País de origem, Urbanização, Aderência aos protestos do FFF	Efeito de gênero, país e aderência aos protestos do FFF nas médias em atitudes ambientais
			Média <i>EKTest</i> , Gênero, Idade, Nível educacional, País de origem, Urbanização, Aderência aos protestos do FFF	Efeito de gênero e país de origem nas médias em conhecimentos ambientais
Modelo linear univariado	Analisar a relação linear entre uma variável de desfecho contínua e uma variável preditora	Grupo 1	Média modelo 2-MEV, Gênero, Idade, Nível educacional, País de origem, Urbanização, Aderência aos protestos do FFF	Efeito de gênero e país de origem nas médias em atitudes ambientais
			Média <i>EKTest</i> , Gênero, Idade, Nível educacional, País de origem, Urbanização, Aderência aos protestos do FFF	Efeito de gênero, país e aderência aos protestos do FFF nas médias em conhecimentos ambientais

³⁶ Definições e objetivos dos testes estatísticos foram retirados do portal de formação de pesquisadores com ênfase em psicometria e análise quantitativa de dados chamado Psicometria Online. Disponível em: < <https://psicometriaonline.com.br> >. Acesso em; 20 fev. 2024.

Modelagem Rasch	Construir um modelo a partir de dados empíricos para avaliar a capacidade de um questionário em quantificar variáveis latentes (condições humanas não observáveis)	Grupo 2	<i>EKTest</i>	O questionário sobre conhecimentos ambientais atende aos parâmetros da modelagem Rasch, com um nível de acerto baixo para respondentes com habilidade médias
Análise de correlação bicaudal de Spearman com correção de Bonferroni	Mensurar se duas variáveis estão relacionadas de maneira linear com dados não-paramétricos	Grupo 2	Média modelo 2-MEV, Média <i>EKTest</i>	A mudança em uma variável não está associada à mudança na outra variável, ou seja, não estão mensurando o mesmo construto
Shapiro-Wilk	Avaliar se a distribuição dos dados observados em uma variável é semelhante a uma distribuição normal (em forma de sino)	Grupo 2	Média modelo 2-MEV, Média <i>EKTest</i>	Distribuição não-normal dos dados
Testes-t para amostras independentes	Comparar as médias de duas amostras independentes, ou seja, quando não há relação entre os indivíduos em cada amostra	Grupo 2	Média modelo 2-MEV, Média <i>EKTest</i> , Participação na SECI-RPE	Apenas as médias dos escores no <i>EKTest</i> dos participantes da SECI-RPE foram maiores após o término da intervenção didática (T1)
Análise de variância com medidas repetidas	Comparar médias de determinada variável em um grupo sob diferentes condições	Grupo 2	Média modelo 2-MEV, Soma de acertos no <i>EKTest</i> , Participação na SECI-RPE	Apenas somas dos escores no <i>EKTest</i> dos participantes da SECI-RPE foram maiores

Fonte: elaboração própria (2023).

4.1 Uma revisão de literatura de trabalhos acadêmicos sobre atitudes ambientais no campo da Educação em Ciências

Esta seção traz os resultados descritivos dos trabalhos encontrados a partir de cada base de dados selecionada, apresentando as principais contribuições de cada trabalho que faz parte do *corpus* de análise. Antes de prosseguir, apresento as informações referentes aos descritores utilizados no processo de revisão de literatura, as bases de dados, o quantitativo de trabalhos que foram selecionados e filtrados e a construção final do *corpus*, representando visualmente os procedimentos metodológicos descritos na seção anterior. Essas informações estão sintetizadas na tabela 1 a seguir.

Evidencio que, por exemplo, mesmo com o alargamento do escopo de busca com a escolha do descritor, alterando de “atitudes ambientais”, que não retornou resultados, para “atitudes”, poucos resultados foram encontrados em trabalhos de pesquisa disponíveis nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), sendo que a maioria versava sobre atitudes em relação a Ciências e Tecnologia. Já em relação ao acervo do PdPC, observei um número relevante de resultados antes dos processos de filtragem que, posteriormente, revelou que alguns artigos trabalhavam o conceito de atitudes ambientais no campo da Administração e do Marketing. Para além da necessidade educativa explícita de discutir o referido conceito no campo da EC, percebi que, no contexto da emergência climática, existem diversos atores sociais, inclusive da iniciativa privada, que já demonstram a preocupação e trabalhos com comportamentos humanos relacionados ao consumo e ao meio ambiente.

Tabela 1. Descrição dos trabalhos encontrados no processo de busca através do(s) descritor(es) utilizados e respectivo processo de filtragem pelos critérios de inclusão e exclusão realizados.

Base de dados	Descritor utilizado	1º filtragem	2º filtragem	3º filtragem
VIII ENPEC	“atitudes”	7	2	2
IX ENPEC	“atitudes”	1	0	0
X ENPEC	“atitudes”	5	1	1
XI ENPEC	“atitudes”	2	0	0
XII ENPEC	“atitudes”	3	0	0

PPdC	"atitudes ambientais" AND ("educação em ciências")	16	7	5
BDTD	"atitudes ambientais" AND ("educação em ciências" OR "ensino em ciências")	3	3	3
Total		37	13	11

Fonte: elaboração própria (2020)

Apresentado o breve panorama, caracterizo os trabalhos que foram analisados após todos os processos de filtragem, destacando suas autorias, IES e regiões de origem, bem como os principais resultados atingidos. Do número total de 11 produções científicas selecionadas após o 2º processo de filtragem, duas delas foram retiradas do *corpus* de análise pois não se encontravam diretamente no campo da EC e EA e descrevo brevemente a seguir, embora o objeto da investigação tenha sido as atitudes ambientais.

O trabalho de Silva, Reis e Amâncio (2011) analisou os significados da utilização do termo “sustentabilidade” por organizações do setor de energia, constatando que esse conceito oriundo do campo ambiental possui conotação antropocêntrica-individualista por parte das organizações analisadas, relacionando-o com desempenho financeiro e apoio a programas de responsabilidade ambiental. O segundo artigo, de Gumucio e Rau (2012), investigou as concepções de estudantes universitários do Chile quanto às mudanças climáticas e sustentabilidade, evidenciando que aqueles que cursam graduações de “carreira privilegiada” possuem menor preocupação ambiental e menos conhecimentos relativos às mudanças climáticas, embora demonstrassem tanto apoio às energias alternativas quanto o grupo de estudantes de “carreira normal”.

No escopo do presente texto, explico a escolha pela forma e conteúdo da apresentação dos resultados da revisão de literatura. de descrição e apresentação dos resultados. Conforme mencionado no início dessa seção, a revisão de literatura que realizei foi um dos estudos da tese e está publicado na íntegra (BARBOSA; ROBAINA, 2022), o que motivou a descrição das informações de publicação e dos vínculos das autorias dos trabalhos selecionados e analisados. Desse modo, optei pela discussão dos trabalhos com enfoque nos resultados, o que contribuiu para a discussão em outras seções do presente capítulo. Sendo assim, apresento

quadro 3 a seguir, com a caracterização dos trabalhos de todas as bases de dados escolhidas e que foram selecionados para a constituição do *corpus* de análise do presente artigo.

Quadro 3. Identificação dos trabalhos completos, artigos, teses e dissertações do *corpus* de análise.

Tipo	Ano	Autoria	Título	IES	Região
Trabalho completo	2011	Guimarães et. al.	Ensinando sobre uma visão sistêmica do planeta Terra a ingressantes do Ensino Superior	UFBA/UFS	BA, ES/Nordeste, Sudeste ³⁷
Trabalho completo	2011	Ferreira; Antonioli e Chrispino	Atitudes dos alunos do Ensino Fundamental em relação à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente	CEFET/RJ	RJ/Sudeste
Trabalho completo	2015	Andrade et. al.	Agrotóxicos e relações CTSA: conhecimentos e atitudes de estudantes de um curso profissionalizante em Agropecuária	UFBA	BA/Nordeste
Dissertação	2018	Schmitz	Desenvolvimento de atitudes pró-ambientais em atividades do projeto de Educação Ambiental em uma escola da cidade de Santa Maria	UFMS	RS/Sul
Dissertação	2018	Oliveira	A percepção ambiental das lagoas urbanas: uma sequência de ensino para a construção de conceitos e atitudes ambientais referentes à lagoa Paulino, Sete Lagoas/MG	UFMG	MG/Sudeste
Tese	2017	Coutinho	Por uma "Ciência com Consciência": interfaces da Educação Ambiental e do Ensino de Ciências nos contextos docente, discente e do material didático	UFMS	RS/Sul
Artigo	2019	Borges, Duarte e Silva	Atitudes de alunos em relação a seres vivos e ecossistemas	IFAP	AP/Norte
Artigo	2007	Meireles, Rebouças e de Abreu	Atitudes de professores portugueses sobre o ambiente e a problemática ambiental	Universidade do Minho	Portugal

³⁷ A autoria desse trabalho está vinculada à duas unidades federativas de duas regiões diferentes do país.

Artigo	2015	Cortés-Ramírez e González-Ocampo	Comportamentos ambientalmente responsáveis e sua relação com a Educação Ambiental	UFC, IFCE	CE/Nordeste
Artigo	2017	Nunes; França e Paiva	Dimensión ambiental em el currículo de educación básica y media	Universidade de los Llanos	Colômbia
Artigo	2017	Gumucio e Rau	Eficácia de diferentes estratégias no ensino de Educação Ambiental: associação entre pesquisa e extensão universitária	UFERSA	RN/Nordeste

Fonte: elaboração própria (2020).

Primeiramente, o número de trabalhos encontrados pelos descritores escolhidos demonstra a incipiência do objeto de pesquisa, ao mesmo tempo em que as ocorrências apresentadas são de grande valia, pois demonstram que aspectos psicológicos e sociais não estão desconectados ou esquecidos pela EC. Ainda, após as filtrações realizadas, apenas 11 dos 37 trabalhos compreendiam investigações pertencentes ao campo do Ensino.

As análises demonstraram uma diversidade de agentes pesquisadores(as), vinculados(as), em sua maioria, a IES públicas de 4 das 5 regiões geográficas do país, além de trabalhos de pesquisa em contexto internacional, reforçando a relevância de pesquisar as atitudes no ensino bem como o papel vital que as instituições públicas prestam às Ciências brasileiras. Dito isso, vale destacar a multiplicidade de público-alvo das pesquisas, de estudantes do EF ao Ensino Superior, além de docentes em exercício e servidores técnicos de instituições públicas.

Outro aspecto metodológico relevante é a múltipla abordagem técnico-procedimental conduzida pelas pesquisas, utilizando questionários fechados, do tipo *survey*, e análises de conteúdos de livros didáticos e de documentos institucionais, o que mostra a amplitude do enfoque que deve ter a análise de atitudes e comportamentos ambientais.

Corroborando com alguns dos achados de Slongo e Delizoicov (2006, 2010), destaco o amadurecimento das contribuições das Ciências Humanas dentro das investigações em EC. No caso do *corpus* de pesquisa analisado, o principal campo de contribuição foi a Sociologia, fortalecendo o caráter multidisciplinar das pesquisas em Ensino. Dada a origem histórica de caráter empirista-positivista da pesquisa em EC (SLONGO; DELIZOICOV, 2006), o desenvolvimento da área se relaciona, também, com o incremento de conceitos da Filosofia, História, Sociologia e Psicologia em questões sobre a natureza da Ciência de forma mais

estabelecida. Porém, destaco a importância de conhecer os impactos do ensino e aprendizagem no cotidiano e na vivência dos(as) estudantes, tendo em vista a formação crítica para o desenvolvimento individual e a transformação social.

As atitudes ambientais evidenciadas pelos resultados das pesquisas analisadas indicam a hegemonia de uma visão antropocêntrica que aparece refletida nas concepções e atitudes ambientais de estudantes da Educação Básica, Ensino Superior e de professores e técnicos de IES. Nesse sentido, percebo o predomínio de desafios a serem vencidos na realidade educacional brasileira através de uma prática educativa “suleada” por uma EA crítica e transformadora (GUIMARÃES, 2012; TREIN, 2012), amplificando o papel da EC em oportunizar momentos pedagógicos que relacionem aspectos ecológicos aos sociais, econômicos e políticos (LOUREIRO, 2007) durante a abordagem dos conceitos científicos.

No entanto, também fica evidente a influência positiva de projetos de EA na aprendizagem de estudantes, desde que sejam trabalhos conhecimentos, atitudes e comportamentos voltados à apreciação e ao contato com a natureza. A discussão teórica e a literatura científica da EC, que já evidenciam essa correlação e que foram abordadas no segundo capítulo do presente texto, reforçam os resultados do ganho de conhecimento e aumento do interesse pela conservação dos trabalhos de Schmitz (2018) e de Nunes, França e Paiva (2017), respectivamente.

4.2 Conhecimentos e atitudes ambientais e sua relação com a participação em manifestações do *Fridays for Future*: um estudo comparativo entre Brasil e Alemanha

Primeiramente, apresento os resultados da correlação entre os questionários usados para medir os valores ambientais de Preservação (PRE) ou Utilização (UTL) e o conhecimento ambiental. Para tanto, foi realizado o teste de correlação de Pearson (tabela 2 a seguir). A correlação de Pearson mostrou que não há relação entre as duas dimensões da escala Dois Valores Ambientais Principais (2-MEV) e o questionário das três dimensões do conhecimento ambiental (MAURER; BOGNER, 2020; LIEFLÄNDER, BOGNER, 2014).

Tabela 2. Valores de correlação de Pearson entre a modelo 2-MEV e o *EKTest*.

	Média do Conhecimento sobre o sistema	Média do Conhecimento relacionado à ação	Média do Conhecimento sobre a eficácia
Correlação de Pearson	-.030	-.050	.093*

Média Utilização (UTL)	Sig. (bi-caudal)	.444	.208	.018
	N	642	642	642
Média Preservação (PRE)	Correlação de Pearson	.035	-.025	-.037
	Sig. (bi-caudal)	.381	.530	.353
	N	642	642	642

*= correlação é estatisticamente significativa no intervalo de confiança de 95% em teste bicaudal.

Fonte: extraído de *output* das análises realizadas no *software* SPSS (2021).

A amostra de participantes brasileiros apresentou um bom ajuste do modelo de medição com CMIN / df = 3,597, CFI = 0,797, RMSEA = 0,089 (IC 95%: 0,081, 0,096). Na amostra alemã, CMIN / df foi de 3,614, CFI = 0,748, RMSEA = 0,090 (IC de 95%: 0,082, 0,097). Ao permitir covariâncias de erro entre e16 e e17 (de PRE), CFI melhorou para 0,791 e RMSEA para 0,082. Assim, há invariância de configuração entre os países. Na análise fatorial confirmatória multigrupo, o modelo irrestrito mostrou um RMSEA melhor com 0,064 (IC 95%: 0,060, 0,068); O CFI foi de 0,767, permitindo as covariâncias de erro e16 e e17 diminuindo o RMSEA para 0,059 e o CFI foi de 0,805.

Para verificar o possível efeito nas relações entre as variáveis de interesse, optei pela realização de regressão linear. Esse tipo de teste estatístico caracteriza-se como uma técnica de análise de dados que busca prever o valor de variáveis selecionadas através de valores de variáveis ou parâmetros relacionados e conhecidos. A regressão linear simples (modelo univariado) utiliza apenas uma variável preditora, enquanto que a regressão linear múltipla ou multivariada (modelo linear multivariado) utiliza múltiplas variáveis preditoras que podem ser contínuas ou categóricas.

O modelo linear geral multivariado revelou uma influência significativa do gênero, país e aderência aos protestos do FFF. Analisando o valor do eta ao quadro parcial, que mensura a proporção de variância dos escores no modelo 2-MEV associada à cada uma dessas variáveis preditoras, destaco que gênero foi responsável por explicar 12,5% ($\eta^2 = 0.125$); participação nos protestos explicou 9.8% ($\eta^2 = 0.098$); e país foi responsável por explicar 6,1% ($\eta^2 = 0.061$) dos escores dos(as) participantes. Ainda, de acordo com a significância dos p-valores, as variáveis de urbanização, a idade e o nível educacional não foram significativas na relação com os escores no modelo 2-MEV (tabela 3 a seguir).

Tabela 3. Resultados do modelo linear multivariado com o modelo 2-MEV como variável dependente e informações sociodemográficas e participação no FFF como variáveis independentes.

Efeito	λ de Wilk	F	df Hipóteses	Erro df	Sig.	Eta ao quadrado parcial
Constante	0.128	2093.913	2	616	<0.001	0.872
Gênero	0.875	43.95	2	616	<0.001*	0.125
País	0.939	19.845	2	616	<0.001*	0.061
Urbanização	0.998	0.624	2	616	0.536	0.002
Participação no FFF	0.902	33.36	2	616	<0.001*	0.098
Idade ^a	0.993	2.132	2	616	0.120	0.007
Nível Educacional	0.998	0.335	4	1232	0.854	0.001

^a = A idade foi usada como covariável para explicar as diferenças etárias dos(as) participantes; *= P-valores estatisticamente significativos em negrito.

Fonte: extraído de *output* das análises realizadas no *software* SPSS (2021).

Em seguida, modelos univariados foram elaborados para UTL e PRE, separadamente (tabela 4 abaixo). Gênero teve um efeito significativo em ambos, UTL e PRE. Em comparação entre participantes do gênero feminino e masculino, as participantes do gênero feminino demonstraram tendência maior de valores preservacionistas e menor de utilitaristas, em contraste com o resultado observado nos participantes do gênero masculino.

Analisando o valor do eta ao quadrado parcial, que mensura a proporção de variância em cada uma das dimensões do modelo 2-MEV, destaco que gênero foi responsável por explicar 11,6% ($\eta^2 = 0.116$) dos escores em UTL e 6,1% ($\eta^2 = 0.061$) da média dos escores em PRE. Em relação às médias em UTL, a participação nos protestos explicou 2,8% ($\eta^2 = 0.028$) e na dimensão PRE, explicou 9,7% ($\eta^2 = 0.097$). Em relação à variável de país de origem, os resultados sugerem seu efeito apenas na dimensão de valores preservacionistas, sendo responsável por explicar 5,7% ($\eta^2 = 0.057$) dessa variável. Em ambos os países, essas participantes pontuaram em média 4,08 \pm 0,044 e os participantes do gênero masculino 3,79 \pm 0,049 em PRE e 1,41 \pm 0,036 e 1,75 \pm 0,040 em UTL, respectivamente.

Tabela 4. Modelos univariados para as médias nas duas dimensões do modelo 2-MEV.

Fonte	Variável Dependente	df	Média dos quadrados	F	Sig.	Eta ao quadrado parcial
	Média UTL	7	2.960	14.381	<0.001	.140

Modelo corrigido	Média PRE	7	6.380	21.256	<0.001	.194
Intercepto	Média UTL	1	106.264	516.336	<0.001	.456
	Média PRE	1	597.652	1991.048	<0.001	.763
Gênero	Média UTL	1	16.649	80.897	<0.001*	.116
	Média PRE	1	12.046	40.132	<0.001*	.061
País	Média UTL	1	.369	1.791	.181	.003
	Média PRE	1	11.268	37.538	<0.001*	.057
Urbanização	Média UTL	1	.082	.398	.528	.001
	Média PRE	1	.092	.307	.580	.000
Participação no FFF	Média UTL	1	3.618	17.579	<0.001*	.028
	Média PRE	1	19.911	66.333	<0.001*	.097
Idade	Média UTL	1	.009	.046	.830	.000
	Média PRE	1	1.132	3.773	.053	.006
Nível Educacional	Média UTL	2	.058	.282	.754	.001
	Média PRE	2	.123	.410	.664	.001

*= P-valores estatisticamente significativos em negrito.

Fonte: extraído de *output* das análises realizadas no *software* SPSS (2021).

Os(as) participantes do FFF de ambos os países apresentaram pontuações mais baixas em UTL e pontuações mais altas em PRE. Em relação ao UTL, os(as) não participantes do FFF pontuaram 1,675 (S.E. = 0,044) e os(as) participantes do FFF pontuaram 1,487 (S.E. = 0,035); em relação ao PRE, os(as) não participantes FFF pontuaram 3,718 (S.E. = 0,043) e os(as) participantes FFF pontuaram 4,158 (S.E. = 0,054).

Analisando a variável independente de país, os(as) participantes brasileiros(as) diferiram dos(as) alemães(ãs) em PRE, mas não em UTL (modelos lineares da tabela 4 acima e gráficos de caixa apresentados na figura 15 e figura 16 a seguir). No entanto, na escala de valores preservacionistas, os(as) brasileiros(as) pontuaram 4,098 (S.E. = 0,051) e os alemães pontuaram 3,778 (S.E. = 0,044). De acordo com o modelo, a idade, o nível de escolaridade e as características da cidade (rural ou urbana) não influenciaram os níveis de UTL e PRE dos(as) participantes da pesquisa.

O modelo linear geral multivariado revelou uma influência significativa do gênero e país de origem nas médias de escores no *EKTest*. Analisando o valor do eta ao quadro parcial, que mensura a proporção de variância dos escores nas três dimensões do conhecimento ambiental, destaque que gênero foi responsável por explicar 1,8% ($\eta^2 = 0.018$) e o país de origem

foi responsável por explicar 15,6% ($\eta^2 = 0.156$) das médias dos escores dos(as) participantes. Ainda, de acordo com a significância dos p-valores, idade, participação nos protestos do FFF, nível educacional e urbanização não foram significativos (tabela 5 abaixo).

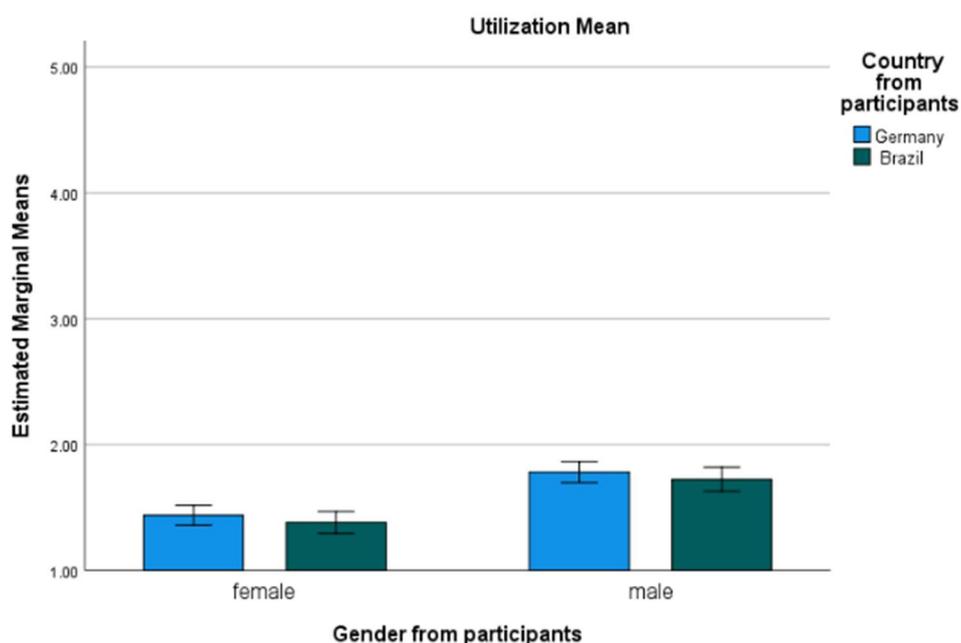
Tabela 5. Resultados do modelo linear multivariado com o *EKTest* como variável dependente e informações sociodemográficas e participação no FFF como variáveis independentes.

Efeito	λ de Wilk	F	df Hipóteses	Erro df	Sig.	Eta ao quadrado parcial
Constante	0.163	1050.807	3	615	<0.001	0.837
Gênero	0.982	3.840	3	615	0.010*	0.018
País	0.844	37.842	3	615	<0.001*	0.156
Urbanização	0.999	0.233	3	615	0.873	0.001
Participação no FFF	0.989	2.364	3	615	0.070	0.011
Idade ^a	0.995	1.040	3	615	0.374	0.005
Nível Educacional	0.987	1.339	6	1230	0.238	0.006

^a = A idade foi usada como covariável para explicar as diferenças etárias dos(as) participantes; *= P-valores estatisticamente significativos em negrito.

Fonte: extraído de *output* das análises realizadas no *software* SPSS (2021).

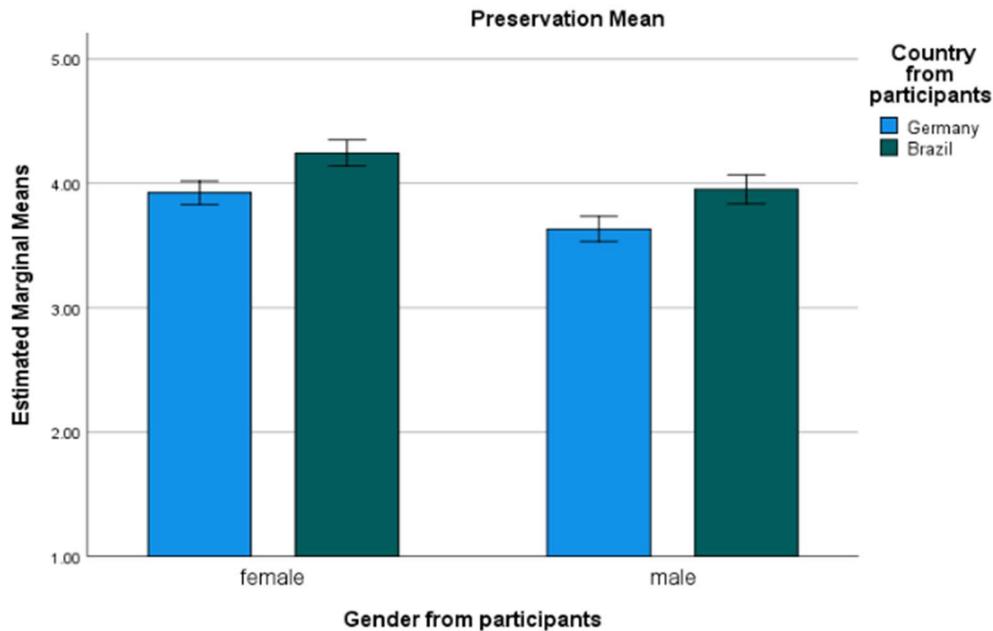
Figura 15. Escores médios na dimensão UTL do modelo 2-MEV, de acordo com gênero e país.



As covariáveis que aparecem no modelo são avaliadas com o seguinte valor para a idade média dos(as) participantes = 25.288. Barras de erro para o intervalo de confiança de 95%.

Fonte: extraído de *output* das análises realizadas no *software* SPSS (2021).

Figura 16. Escores médios na dimensão PRE do modelo 2-MEV, de acordo com gênero e país.



As covariáveis que aparecem no modelo são avaliadas com o seguinte valor para a idade média dos(as) participantes = 25.288. Barras de erro para o intervalo de confiança de 95%.
 Fonte: extraído de *output* das análises realizadas no *software* SPSS (2021).

Os resultados estatísticos com modelos univariados subsequentes foram realizados para as três dimensões do conhecimento ambiental (SYS, ACT e EFF) e constam na tabela 6 a seguir. O país teve um efeito significativo em duas dimensões do conhecimento ambiental. Os(as) participantes alemães(ãs) têm pontuações mais altas no ACT (figura 17) e EFF (figura 18) do que brasileiros(as). Os(as) participantes alemães(ãs) pontuaram em média $0,803 \pm 0,016$ e os(as) participantes brasileiros(as) $0,645 \pm 0,019$ em conhecimento relacionado à ação. Já em conhecimento sobre eficácia, participantes alemães(ãs) pontuaram em média $0,548 \pm 0,018$ e participantes brasileiros(as) $0,405 \pm 0,016$ (ver Figuras 3 e 4).

Tabela 6. Modelos univariados para as médias nas três dimensões do *EKTest*.

Fonte	Variável Dependente	Média dos quadrados	F	Sig.	Eta ao quadrado parcial
Modelo corrigido	SYS	.016	1.179	.313	.013
	ACT	.706	17.637	<.000	.167
	EFF	.587	12.320	<.000	.123
Intercepto	SYS	36.496	2711.285	<.000	.815
	ACT	25.104	627.469	<.000	.504
	EFF	9.341	196.008	<.000	.241
Gênero	SYS	.177	.674	<0.001	<0.001

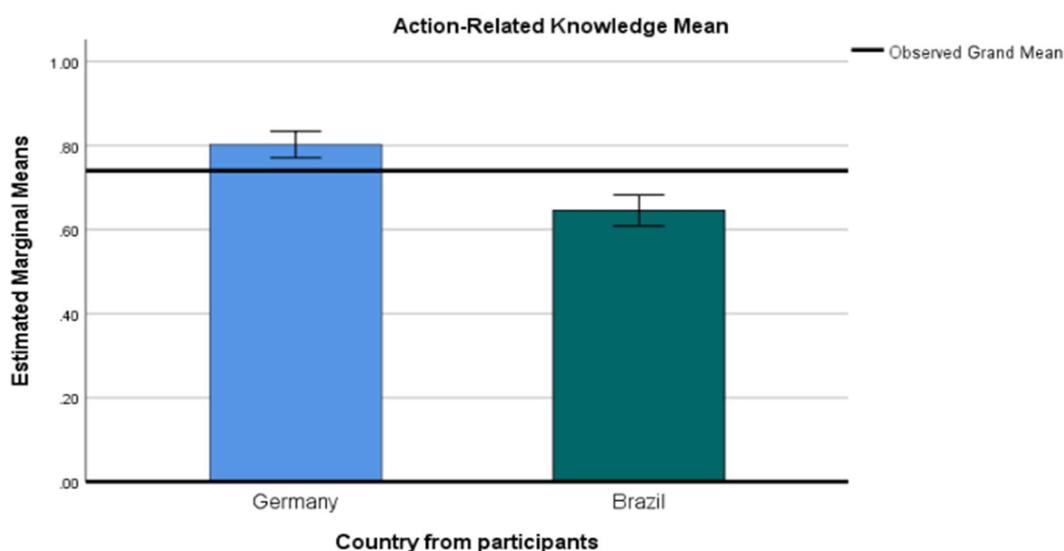
	ACT	2.184	.140	.004	.004
	EFF	8.705	.003	<0.001*	.014
	SYS	.003	.216	.642	<0.001
País	ACT	2.723	68.052	<0.001*	.099
	EFF	2.273	47.688	<0.001*	.072
	SYS	<.000	.029	.865	<0.001
Urbanização	ACT	.004	.104	.747	<0.001
	EFF	.026	,544	.461	.001
	SYS	.065	4.809	.029	.008
Participação no FFF	ACT	.103	2.581	.109	.004
	EFF	.038	.802	.371	.001
	SYS	.002	.130	.719	<0.001
Idade	ACT	.123	3.068	.080	.005
	EFF	.001	.013	.909	<0.001
	SYS	.024	1.546	.168	.006
Nível Educacional	ACT	.062	.955	.214	.005
	EFF	.046	.216	.385	.003

* = P-valores estatisticamente significativos em negrito.

Fonte: extraído de *output* das análises realizadas no *software* SPSS (2021).

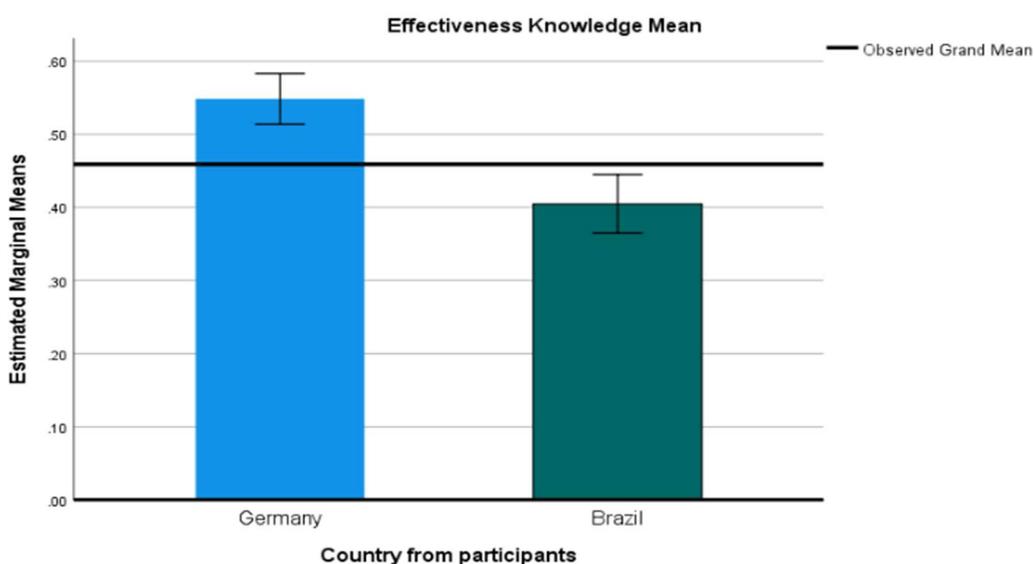
Analisando o valor do eta ao quadro parcial, que mensura a proporção de variância em cada uma das dimensões do conhecimento ambiental, destaco que gênero foi responsável por explicar 1,4% ($\eta^2 = 0.014$) e o país de origem por 7,2% ($\eta^2 = 0.01$) da média dos escores na dimensão EFF. A dimensão dos conhecimentos ambientais relacionadas à ação também teve influência significativa do país de origem, que explicou 9,9% ($\eta^2 = 0.099$) das médias dos escores em ACT. No entanto, não houve efeito significativo no conhecimento relacionado ao sistema (SYS), em que os(as) participantes alemães(ãs) pontuaram em média $0,926 \pm 0,009$ e os(as) brasileiros(as) $0,931 \pm 0,011$.

Figura 17. Média dos escores na dimensão ACT do *EKTest* alemães(ãs) e brasileiros(as).



As covariáveis que aparecem no modelo são avaliadas com o seguinte valor para a idade média dos(as) participantes = 25.288. Barras de erro para o intervalo de confiança de 95%.
Fonte: extraído de *output* das análises realizadas no *software* SPSS (2021).

Figura 18. Média dos escores na dimensão EFF do *EKTest* alemães(ãs) e brasileiros(as).

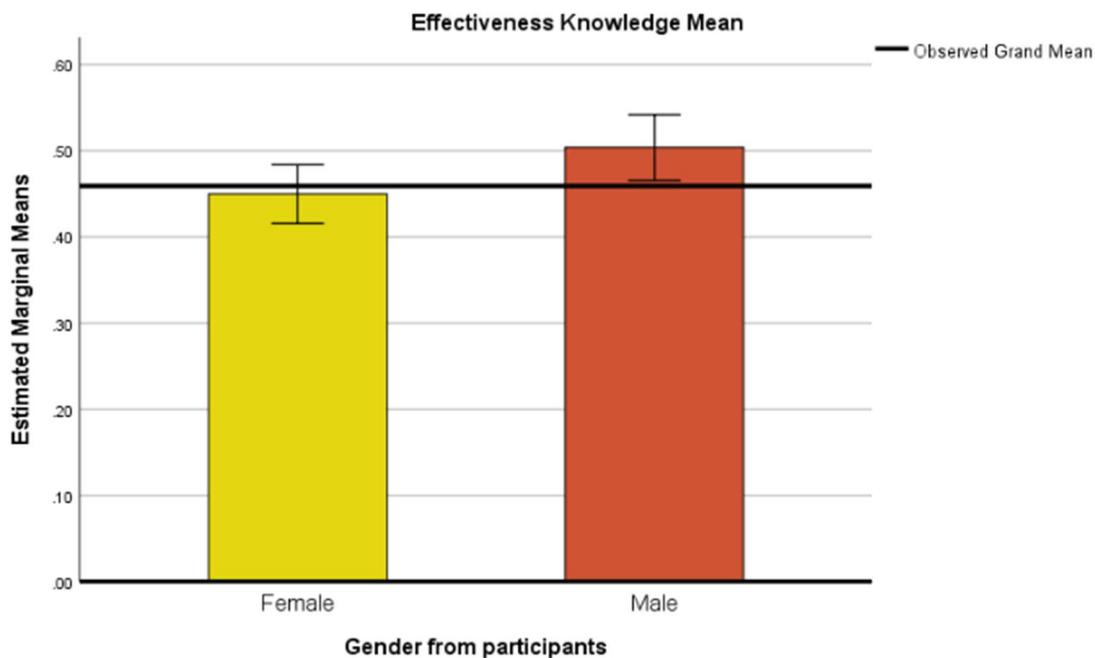


As covariáveis que aparecem no modelo são avaliadas com o seguinte valor para a idade média dos(as) participantes = 25.288. Barras de erro para o intervalo de confiança de 95%.
Fonte: extraído de *output* das análises realizadas no *software* SPSS (2021).

O gênero teve um efeito significativo em pelo menos uma dimensão do conhecimento ambiental. Estudantes do gênero masculino demonstraram escores mais altos de conhecimento sobre a eficácia do que estudantes do gênero feminino (figura 19 abaixo). A média dos escores para o gênero masculino foi de $0,504 \pm 0,019$ e do gênero feminino de $0,449 \pm 0,017$ em EFF,

respectivamente. Não houve efeito significativo no conhecimento relacionado ao sistema, em que os participantes do gênero masculino pontuaram em média $0,931 \pm 0,010$ e do gênero feminino $0,927 \pm 0,009$. Além disso, não houve efeito significativo no conhecimento relacionado à ação, em que os estudantes do gênero masculino pontuaram em média $0,712 \pm 0,018$ e as do gênero feminino $0,737 \pm 0,016$.

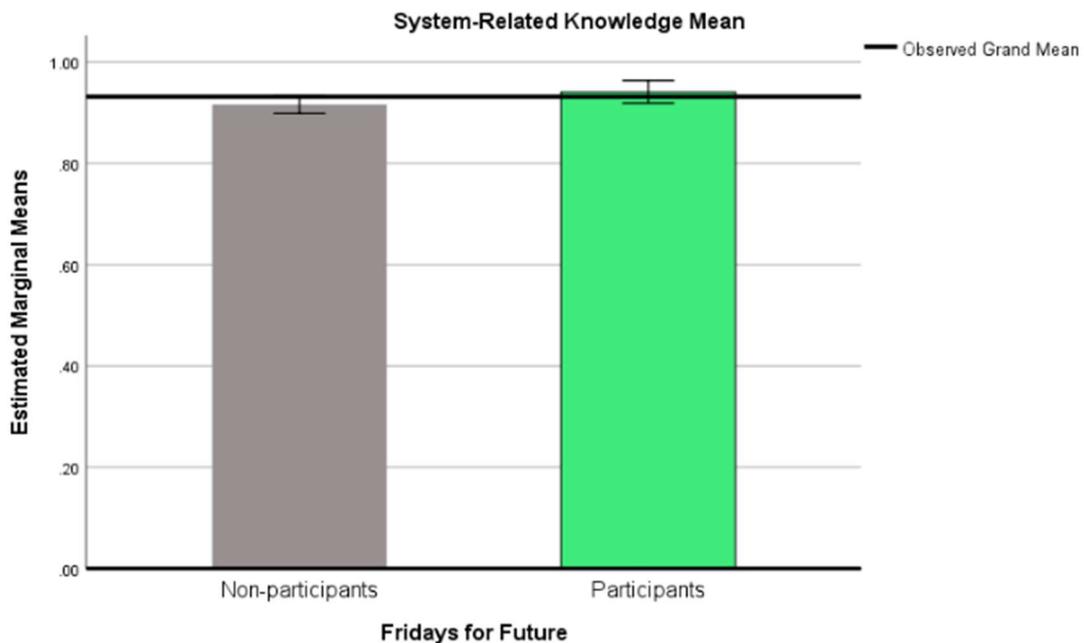
Figura 19. Média dos escores na dimensão ACT do *EKTest* dos(as) participantes, de acordo com o gênero.



As covariáveis que aparecem no modelo são avaliadas com o seguinte valor para a idade média dos(as) participantes = 25.288. Barras de erro para o intervalo de confiança de 95%.
 Fonte: extraído de *output* das análises realizadas no *software* SPSS (2021).

No que diz respeito à participação nos protestos do FFF, esse comportamento foi influenciado por apenas uma dimensão do conhecimento ambiental. Os(as) participantes da FFF tinham mais conhecimento relacionado ao sistema do que aqueles(as) que não participaram dos protestos (figura 20 a seguir). Os(as) participantes do FFF pontuaram em média $0,941 \pm 0,011$ e os(as) não participantes do FFF $0,916 \pm 0,009$ em SYS. Não ocorreu um efeito significativo em outras dimensões do conhecimento ambiental. Em ACT, os(as) participantes do FFF pontuaram em média $0,740 \pm 0,020$ e os(as) não participantes do FFF $0,708 \pm 0,016$; em EFF, os(as) participantes do FFF pontuaram em média $0,486 \pm 0,021$ e os(as) não participantes do FFF $0,467 \pm 0,017$.

Figura 20. Média dos escores na dimensão SYS do *EKTest* participantes e de não participantes do FFF.



As covariáveis que aparecem no modelo são avaliadas com o seguinte valor para a idade média dos(as) participantes = 25.288. Barras de erro para o intervalo de confiança de 95%.
Fonte: extraído de *output* das análises realizadas no *software* SPSS (2021).

O estudo contribui para o crescente número de validações do modelo dos Dois Principais Valores Ambientais (2-MEV) em diferentes idiomas e culturas. A versão brasileira foi traduzida, adaptada e validada, mostrando uma solução estável de dois fatores. Isso se soma aos estudos anteriores que apoiam este modelo (BOGNER; WISEMAN, 2006; JOHNSON; MANOLI, 2011; BORCHERS *et al.*, 2014; BINNGIEßER; RANDLER, 2015; BOGNER, 2018; SCHNEIDERHAN-OPEL; BOGNER, 2019; MAURER; BOGNER, 2020). O presente estudo mostrou que a escala não apresentou necessidade estatística de modificação dos fatores primários – as frases afirmativas que mensuram as atitudes. Mas a escala 2-MEV foi modificada em um estudo anterior no contexto latino-americano, onde dois fatores primários de Preservação (PRE) (Intenção de Suporte e Preocupação com Recursos) foram combinados (SCHNELLER; JOHNSON; BOGNER, 2015). Os autores descobriram que os(as) estudantes mexicanos possuem baixos escores de UTL e altos escores de PRE, corroborando os resultados da aplicação no contexto brasileiro.

A participação em protestos do FFF influenciou significativamente as atitudes e valores ambientais, de acordo com as pontuações médias em PRE e UTL. Além disso, os resultados sugerem que essa aderência aos protestos pode afetar significativamente o conhecimento ambiental, especificamente a dimensão do conhecimento SYS.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E ENCAMINHAMENTOS: DO QUE SE INVESTIGOU ÀS PERSPECTIVAS FUTURAS

O presente capítulo busca sintetizar a trajetória da pesquisa e os seus resultados à luz dos produtos da tese e das minhas próprias reflexões enquanto autor. Nesse sentido, realizo a retomada dos principais resultados e discussões através dos objetivos propostos e do percurso metodológico escolhido. Complementarmente, faço a exposição de reflexões sobre os aspectos mencionados, que são permeados pela subjetividade intrínseca do/sobre os fenômenos investigados e que perpassa também o próprio professor e pesquisador. Por fim, discuto as limitações dos estudos realizados e perspectivas para estudos futuros.

Em uma perspectiva comparativa, desde a idealização da pesquisa no momento do pré-projeto para o doutorado até o presente texto da tese, diferentes fenômenos contextuais e mudanças aconteceram. Em termos científicos, a pesquisa foi sendo desenhada e executada cada vez mais permeada tanto pela realidade em que me encontrava quanto pelas contribuições obtidas no momento da qualificação do projeto de tese. Em termos contextuais, sem dúvidas, o acontecimento mais impactante foi a pandemia de COVID-19 causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, afetando drasticamente a realidade educacional, que é parte do objeto da pesquisa. Em termos individuais, acontecimentos nas dimensões pessoais, profissionais e acadêmicas me impactaram de maneira positiva e negativa, mas, particularmente, gostaria de ressaltar o período do doutorado-sanduíche na Alemanha e a assunção do cargo de professor na educação básica.

Sendo assim, revisito os principais pontos da pesquisa para refletir e expor ao(à) leitor(a) sobre toda a complexidade que envolveu a realização desta tese. Epistemologicamente, o processo de ensino e aprendizagem, os conhecimentos e as atitudes e os métodos utilizados para a sua investigação precisam ser coerentes e emparelhados. Em outras palavras, são fenômenos cognitivos que não podem ser compreendidos em sua totalidade apenas em uma perspectiva racionalizada e objetiva. Não obstante, as minhas impressões e reflexões também se somam a esse entendimento subjetivo, contextual e crítico.

O objetivo geral desta tese foi compreender e verificar como a abordagem investigativa e as metodologias ativas de ensino contribuem para o desenvolvimento de conhecimentos científicos e de atitudes ambientais. Por um lado, verifiquei que as escolhas didáticas investigadas influenciam o conhecimento científico através de dimensões do conhecimento ambiental. Por outro lado, embora as atitudes ambientais não tenham sofrido efeitos diretos da intervenção didática, os conhecimentos ambientais podem influenciar tais atitudes e ambos

compõem a diversidade de fatores cognitivos e contextuais que formam o comportamento pró-ambiental.

O primeiro objetivo específico da pesquisa consistiu em compreender as contribuições e diálogos interdisciplinares dos campos da EC, da EA, da Sociologia e da Psicologia Ambiental sobre a alfabetização científica e as atitudes ambientais. A literatura da EC e da EA apresenta uma pequena lacuna de pesquisas quantitativas sobre as atitudes ambientais e, no número ainda incipiente de trabalhos, há ainda uma predominância de visões antropocêntricas e/ou utilitaristas em relação à natureza.

Com base nos eixos estruturantes da AC e em seus indicadores de ocorrência, afirmo minha compreensão de que a aprendizagem na interface EC e EA é potencializada quando aproxima o fazer científico com a cultura escolar. Desse modo, os momentos pedagógicos em sala de aula podem ser planejados para atingir a AC através de uma abordagem investigativa com teor reflexivo, crítico e transformador e, portanto, alinhando-se com a EA crítica. Na presente tese, a investigação sobre as MCGs sugere que práticas científica, sociais e epistêmicas provocaram o pensamento crítico em situações de aprendizagem, apontando, ainda, para possibilidades interdisciplinares para o ensino em espaços escolares.

Esses entendimentos complementaram a compreensão da complexidade social e psicológica do desenvolvimento de conhecimentos e atitudes por adolescentes e adultos. Portanto, através de revisão de literatura, estabeleci os pressupostos teóricos apresentados no capítulo 2 do Referencial Teórico e que defendo ao longo do texto, com as contribuições dos diferentes campos mencionados anteriormente, como necessário para compreender, avaliar e desenvolver práticas educativas contextualizadas, críticas e significativas. Ou seja, mobilizar conhecimentos prévios em novas aprendizagens que articulam o entendimento da natureza das Ciências e suas implicações sociais, ambientais, tecnológicas e políticas para uma formação transformadora do indivíduo e da sua realidade.

O segundo objetivo específico consistiu em identificar e caracterizar normas e diretrizes curriculares nacionais e internacionais da/para a Educação Básica nas áreas das Ciências da Natureza e Educação Ambiental. Conforme discutido na seção 3.1 do capítulo do Referencial Teórico, há, nos diferentes documentos curriculares nacionais e regionais, um apagamento da concepção brasileira da EA com a adoção da concepção internacional amplamente difundida de Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS).

No mesmo capítulo citado acima, apresento diferentes argumentos que sustentam a crítica a essa concepção individualista das práticas educacionais da EA. Desse modo, o enfoque não pode ser restringido aos aspectos individuais da conscientização e sensibilização ambiental através dos constructos cognitivos que foram objeto da presente tese. Esse argumento se revela coerente com a complexidade do saber ambiental e da importância dos diferentes espaços e tempos de socialização, que influenciam o desenvolvimento de atitudes e valores ambientalmente favoráveis.

O terceiro objetivo específico da pesquisa foi adaptar e validar questionários de mensuração de conhecimentos e atitudes ambientais com adolescentes e adultos, nomeadamente o questionário sobre as dimensões do conhecimento ambiental (*EKTest*) e o modelo dos dois principais valores ambientais (modelo 2-MEV). Esse objetivo se caracterizou como um pré-requisito para os estudos que foram realizados para atingir o quarto objetivo específico e, portanto, foi parte da metodologia de alguns estudos (anexos 8.8 e 8.13) e gerou outros estudos apenas sobre a validação dos referidos instrumentos de coleta de dados (anexos 8.5, 8.10, 8.11 e 8.12).

De acordo com a literatura da EC e EA no Brasil, a utilização conjunta dos dois questionários configuram uma novidade na pesquisa da área em nosso país. Após a realização de testes estatísticos, como, por exemplo, o alfa de *Cronbach* e a modelagem Rasch (conferir seção 4.3 do capítulo anterior), o *EKTest* demonstrou confiabilidade e validade em sua versão original e traduzida utilizadas com adultos e adolescentes em um estudo comparativo (MAURER; BOGNER, 2020), bem como em sua versão adaptada para avaliar a SECI-RPE sobre MCG. Em sua primeira utilização em contexto brasileiro, o modelo 2-MEV também demonstrou confiabilidade e validade nos mesmos contextos e grupos mencionados anteriormente, contribuindo cientificamente com a verificação de mais um país e língua em que sua aplicação tem validade (BARBOSA; RANDLER; ROBAINA, 2021).

Nesse sentido, destaco que a validação estatística do *EKTest* e do modelo 2-MEV no contexto brasileiro adiciona novas perspectivas técnico-metodológicas para pesquisas do tipo *survey* ou avaliações de intervenções didáticas. Ainda, a utilização de ambos é defendida em desenhos de pesquisas que complementem dados quantitativos com informações qualitativas do grupo investigado, de acordo com a discussão teórica, epistemológica e técnica sobre pesquisas com conhecimentos, atitudes e comportamentos ambientais.

O quarto e último objetivo da pesquisa consistiu em elaborar, implementar e analisar o potencial de uma intervenção didática através de uma Sequência de Ensino Crítico- Investigativo com Rotação por Estações (SECI-RPE) sobre as MCG na AC e nas atitudes ambientais de adolescentes em contexto escolar. Para atingir esse objetivo, mobilizei diferentes pressupostos e escolhas procedimentais e analíticas devido a sua vinculação direta com a tese a ser defendida. Nesse sentido, o processo correspondente à intervenção didática através da SECI-RPE tinha como proposta uma abordagem didática investigativa planejada e avaliada, que pudesse levar à AC de estudantes e, portanto, promover o desenvolvimento de atitudes pró-ambientais que fundamentassem a sensibilização e a tomada de decisão relacionadas às questões socioambientais – especificamente sobre às MCG, que foi o escopo da presente pesquisa.

Os resultados alcançados com esse objetivo foram detalhadamente apresentados e discutidos no capítulo anterior, e o principal resultado foram as médias de escores em conhecimentos ambientais mais elevados dos(as) estudantes que participaram da intervenção didática. Essa diferença foi observada no momento após o término dos encontros, contemplando as três dimensões do conhecimento ambiental, a saber: SYS, ACT e EFF; sendo que as dimensões SYS e ACT já apresentaram essa diferença no momento antes dos encontros. No entanto, essas diferenças não permaneceram a longo prazo, ou seja, o aumento da retenção dos conhecimentos ambientais por aqueles que participaram da intervenção didática não foi observado. Nesse sentido, ressalto o efeito da SECI-RPE na dimensão EFF que foi observado após sua implementação, pois o “saber como obter os melhores benefícios ambientais” não é comumente trabalhado ou influenciado por práticas educativas da EA (LIEFLÄNDER, BOGNER, 2014; SCHMITZ, 2018; MAURER; BOGNER, 2020).

Em outra análise, o efeito da SECI-RPE foi verificado a longo prazo quando comparei os(as) estudantes *Preservers* e *Utilizers*. Nesse contexto, os(as) participantes da pesquisa com atitudes mais favoráveis ao meio ambiente (preservacionistas) tiveram maior capacidade de retenção dos conhecimentos da dimensão ACT e EFF. Ainda, apesar de médias dos conhecimentos desses dois subgrupos não diferiram estatisticamente antes da intervenção didática, é possível que os *Preservers* tenham conseguido mobilizar mais conhecimentos prévios em T2 do que o outro subgrupo. Desse modo, aprender de maneira ativa e investigativa sobre as MCG influencia positivamente a construção dos conhecimentos sobre como fazer as melhores escolhas dentro de opções de ações com maior ou menor benefício ambiental.

Em relação às atitudes ambientais e a SECI-RPE, os resultados sugerem que existem diferenças entre jovens politicamente engajados, mas não um efeito positivo direto das práticas educativas em EA e EC implementadas. Sendo assim, a construção de conhecimentos não indica efeito direto no desenvolvimento de atitudes ambientais, mesmo quando esse construto é observado através de suas diferenças sociodemográficas de gênero e idade. Em outra perspectiva analítica, verifiquei a ocorrência de IAC nos(as) estudantes participantes da intervenção didática, sendo que estas análises podem ser ampliadas em estudos futuros como desdobramentos da presente tese. Com destaque para os(as) estudantes do EM, a SECI-RPE pode ter potencializado os conhecimentos e habilidades relacionadas ao trabalho com dados de uma investigação científica, à estruturação do pensamento e ao entendimento da situação investigada.

Desse modo, o processo de AC foi analisado através dos seus indicadores em um ambiente de aprendizagem que estimulou a autonomia, o contato com diferentes formas da linguagem científica, a interação social e o pensamento crítico através de uma temática de significativo potencial interdisciplinar. De maneira geral, defendo na presente tese de doutorado que a SECI-RPE contribui para o processo de AC de estudantes e desenvolvimento de conhecimentos ambientais e que, por sua vez, assim como a participação política, podem explicar atitudes e comportamentos pró-ambientais.

Algumas limitações fazem parte ou emergiram do tipo de pesquisa e do contexto de sua realização e serão abordadas nas próximas linhas. Os resultados referentes aos questionários *EKTest* e o modelo 2-MEV nos estudos 1 e 2 são oriundos de coleta de dados online e de análises estatísticas que não contemplaram regressão múltipla ou modelos lineares generalizáveis, respectivamente. Além disso, em ambos os estudos, destaco o fenômeno da aceitação social, ou seja, uma intenção do(a) participante em responder à pergunta da forma como ele(a) pensa que o(a) pesquisador(a) espera que seja respondido ou que é considerado socialmente mais desejável (CÔRTEZ *et al.*, 2016; LIEFLÄNDER; BOGNER, 2016).

O modelo 2-MEV é capaz de mensurar constructos cognitivos que são autodeclarados e, portanto, não captam diretamente o fenômeno em sua ocorrência. Já os conhecimentos foram mensurados em sua dimensão específica (ambiental) e sub-dimensões (SYS, ACT e EFF) e não contemplaram conhecimentos de outras áreas que podem estar relacionadas com as atitudes e comportamentos pró-ambientais. Essas dificuldades teóricas e metodológicas podem ser resolvidas ou elaboradas com um desenho de pesquisa longitudinal, no qual os dados do mesmo

grupo pudessem ser coletados em diferentes momentos e potencializariam a mensuração dos conhecimentos e atitudes.

Além disso, a SECI-RPE foi planejada para ser implementada de maneira condensada e, por isso, pode ser potencializada com a inclusão um número maior de momentos pedagógicos. Dessa forma, os conhecimentos e habilidades referentes à AC podem ser mais elaborados ou consistentes do que a forma em que se manifestaram na presente tese que, ainda, não obteve registros orais dos(as) estudantes que participaram da SECI-RPE.

Por fim, existe a possibilidade de se investigar os objetos dessa tese com convergência epistemológica e metodologicamente mais críticas do ensino e pesquisa em EA e EC que podem não ter sido completamente contempladas. As limitações citadas e perspectivas para estudos futuros – incluindo como desdobramentos dessa tese – consistem em: a) utilizar e/ou adaptar instrumentos de coleta e desenhos de pesquisa mais elaborados, de acordo com referenciais teóricos da Psicologia Ambiental; 2) reproduzir a execução da SECI-RPE com um foco também na alfabetização ecológica ou climática, estabelecendo mais encontros e utilizando com maior enfoque os aspectos qualitativos, como, por exemplo, a gravação das aulas e das interações entre os(as) estudantes e o(a) professor(a); 3) testes estatísticos mais complexos para lidar com os questionários ou com as comparações entre grupos de estudantes ou entre países.

Sendo assim, encontrei respostas para alguns dos objetivos propostos, mas que, ainda assim, levaram a novas possibilidades de perguntas de pesquisa, conforme foi discutido nos últimos parágrafos. Existe uma gama de orientações pedagógicas e correntes teóricas direcionadas a desenvolver práticas educativas que estimulem o comportamento ambientalmente ético e responsável, tendo em vista a crescente preocupação ambiental com os efeitos das MCG.

Nesse sentido, o campo da EC também tem sido mobilizado para atender a essas diretrizes educativas. O ensino e aprendizagem de Ciências é muito fortalecido com uma abordagem investigativa como pressuposto teórico-didático, proporcionando aumento da motivação e interesse em aprender Ciências, que levam à construção de conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais. Além disso, demonstro na presente tese que, mediante o uso de diferentes recursos didáticos que atendem aos pressupostos adotados, também é possível observar um efeito nas diferentes dimensões do conhecimento ambiental.

Diante do exposto acima, busco uma contribuição interdisciplinar para aprofundar as implicações da interface EC e EA. A interdisciplinaridade representada pelos constructos teóricos da Sociologia da Educação e da Psicologia Ambiental jogaram luz para compreender melhor o comportamento ambiental em sua complexidade. Destaco que a interdisciplinaridade também emergiu fora do aspecto teórico: a SECI-RPE sobre as MCG demonstraram enorme potencial para contemplar conhecimentos e habilidades de outras áreas no contexto escolar e, sendo assim, torna-se uma temática recomendada para ser trabalhada com estudantes do EF e EM.

Em termos de mensuração, as atitudes e os conhecimentos ambientais são importantes, pois se relacionam com o comportamento ambiental e podem ser mediados pela intenção de comportamento, a especificidade de determinado comportamento, bem como de normas e convenções sociais. Dito isso e sendo criticamente coerente com meus referenciais teóricos, minha trajetória pessoal e acadêmica e minha prática docente, devo reforçar que o comportamental ambiental não será completamente compreendido no contexto individual, tampouco as MCG serão solucionadas apenas pela atitude e consciência ambiental de cada cidadão. Por um lado, estudos que são oriundos do Norte Global têm apontado cada vez mais para a complexidade do comportamento ambiental, que não se restringe ao acúmulo de conhecimentos (KOLLMUSS; AGYEMANN, 2002), e sugerido que as práticas educativas em EA sejam mais “holísticas” (GEIGER; GEIGER; WILHELM, 2019). Por outro lado, o pensamento crítico latino-americano tem alertado sobre o excesso de conservacionismo ou pragmatismo na EA e a crescente necessidade de incluir as dimensões políticas, econômicas e sociais no ensino e aprendizagem sobre temáticas socioambientais (LAYRARGUES, 2012; TREIN, 2012; LOUREIRO, 2019).

Enquanto finalizo a escrita desse texto, estamos vivendo mais uma onda de calor e extremos de precipitação e enchentes em diferentes regiões do Brasil⁴², além de conflitos bélicos de origens distintas, que, em resumo, caracterizam diferentes sintomas da crise civilizacional do modelo de sociedade em que vivemos. Nos últimos anos, a APA incluiu em seu vocabulário (AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION, 2017) o termo eco-ansiedade, que consiste “em um medo crônico da catástrofe ambiental (p. 27)” e que é provavelmente provocada pela sensação de impotência e frustração com a ação insuficiente

⁴² Conferir: ONDAS de calor e enchentes tendem a se agravar. **Valor Econômico**, São Paulo, 16 de nov. de 2023. Disponível em: < <https://valor.globo.com/opiniao/noticia/2023/11/16/ondas-de-calor-e-enchentes-tendem-a-se-agravar.ghtml> >. Acesso em: 18 de nov. de 2023.

dos poderes políticos e econômicos e a falta de consciência em outros setores da população. Nesse contexto de recursos e tempo em esgotamento, as diferentes formas de conhecimento e os diferentes territórios e vivências ambientais ganham ainda mais importância.

O entendimento é que as duas perspectivas da literatura, do Sul e do Norte Global, citadas acima, podem dialogar para uma convergência em visões de mundo e tomadas de decisão fundamentadas por um pensamento crítico. No contexto educativo, o pensamento crítico pode refletir uma noção epistemológica que trata, essencialmente, de recorrer à racionalidade para justificar argumentos e ações (GUZZO; LIMA, 2008); na EA, pensar criticamente significa ser “capaz de analisar as complexas relações entre os processos naturais e sociais e de atuar no ambiente em uma perspectiva global, respeitando as diversidades socioculturais” (JACOBI, 2005, p.244).

Logo, a formação de um sujeito ecológico (CARVALHO, 2005) requer práticas e vivências individuais e coletivas que passarão a EA, a EC e a participação política, culminando na gestão ambiental pública, que é resultado de uma contra-hegemonia vinculada a um saber/racionalidade ambiental (LEFF, 2004; 2012). Esses processos podem ser contemplados e devem ser investigados em espaços escolares pautados pelos territórios escolares e coerentes com vivências socioambientais críticas e politizadas, visando a transformação da realidade.

Retomando a metáfora colocada no capítulo introdutório do presente texto, considero essa interdisciplinaridade como um farol valioso na trajetória em que estou navegando. É a luz da interdisciplinaridade que emergiu das escolhas teóricas e das consequências didáticas da SECI-RPE sobre as MCG, que, ao ser implementada e avaliada, indica potenciais subsídios para conhecimentos e atitudes, que, se construídos criticamente, podem viabilizar o comportamento ambiental sustentável. Compreender sobre o que é, como se faz e qual a importância da Ciência, em interconexão com as temáticas ambientais, abre um espaço com potencial para a aprendizagem crítica, ressignificação das relações sociedade-natureza e o fomento de uma cultura científica escolar.

Se jovens como Greta Thunberg, espalhados ao redor do mundo estão levantando suas vozes para discutir e construir políticas ambientais efetivas na mitigação e adaptação das MCG e suas consequências, esse fenômeno também deve ser de interesse da área da EC. Para além do medo dos riscos dos desastres e crimes ambientais e da identificação com outras pessoas da mesma faixa etária que se unem por uma causa comum, devemos olhar minuciosamente para

o papel da escola e, particularmente, para o processo ensino e aprendizagem de Ciências na construção sociopsicológica do comportamento ambiental, compreendendo quais interações e/ou tarefas que o EC pode fornecer nesse processo.

6. REFERÊNCIAS

AGUILAR-LUZÓN, M.C.; MONTEOLIVA, A.; GARCÍA, J.M.A. Influencia de las normas, los valores, las creencias ambientales responsables y la conducta pasada sobre la intención de reciclar. **Medio Ambiente y Comportamiento Humano**: Revista Internacional de Psicología, v.6, p.23-36, 2005. Disponível em:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1350903> . Acesso em: 13 mai. 2022.

AJZEN, I. The theory of planned behavior. **Organizational Behavior and Human Decisions Processes**, v.50, 179-211, 1991. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T). Acesso em: 13 mai. 2022.

ALISSON, E. Reduzir as emissões de gases de efeito estufa pelo uso da terra é essencial para atingir metas climáticas. **Agência FAPESP**, São Paulo, 20 de abril de 2022. Disponível em: <<https://agencia.fapesp.br/reduzir-as-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-pelo-uso-da-terra-e-essencial-para-atingir-metas-climaticas/38400#:~:text=Elton%20Alisson%20%7C%20Agência%20FAPESP%20-%20A,1%2C5%20°C%20até%202030.>>. Acesso em: 11 mai. 2022.

ALMEIDA, M. E. B. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Instituto Federal Paraná. Porto Alegre, 2018.

ALVARENGA, A. T.; ALVAREZ, A. M. S.; SOMMERMAN, A.; PHILIPPI JR, A. Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade nas tramas da complexidade e desafios aos processos investigativos. **Práticas da Interdisciplinaridade no Ensino e Pesquisa**. Barueri, São Paulo: Manole, 2015, p. 37 –89. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319097210> Praticas da interdisciplinaridade no ensino e pesquisa - Google Livros. Acesso em: 03 out 2023.

ALVES, J. E. Os 70 anos da ONU e a agenda global para o segundo quinzênio (2015-2030) do século XXI. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v.32, n.3, p.587-598, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepop/a/MTLZnS4dmxZxq84GNkD539s/>. Acesso em: 24 nov. 2019

AMADO, J. **A Morte e a Morte de Quincas Berro D'Água**. Rio de Janeiro: Editora Record. 150f., 1980.

AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION. **Thesaurus of psychological index terms**. 9a. ed. Washington: American Psychological Association, 2001. Disponível em: <https://www.apa.org/pubs/databases/training/thesaurus>. Acesso em: 02 dez. 2020.

AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION. **Mental Health and our Changing Climate**: Impacts, Implications and Guidance. APA, 2017; Disponível em: < <https://www.apa.org/news/press/releases/2017/03/mental-health-climate.pdf> >. Acesso em: 18 nov. 2023.

ANDERSSON, L.; SHIVARAJAN, S.; BLAU, G. Enacting ecological sustainability in the MNC: A test of an adapted value-belief-norm framework. **Journal of Business Ethics**, v. 59,

p.295-305, 2005. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10551-005-3440-x>. Acesso em: 29 out. 2020.

ANDRADE, J. M. de; LAROS, J. A.; GOUVEIA, V. V. O uso da teoria de resposta ao item em avaliações educacionais: diretrizes para pesquisadores. **Avaliação psicológica**, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 421-435, dez. 2010. Disponível em http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04712010000300009&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 19 fev. 2024.

ANGROSINO, M. **Etnografia e Observação Participante**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ANTUNES, A. M. **O uso de metodologias ativas no aprendizado do sistema imunológico para alunos superdotados e nativos digitais do Ensino Fundamental II e Médio**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Biotecnologia). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021.

AULER, D. Alfabetização Científico-tecnológica: um novo “Paradigma”? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte: v.5, n.1, p. 68-83, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/jp44NGpsBjLPrhgMz6PttHq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em? 02 ago. 2019.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimento: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Paralelo, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BACICH, L.; MORAN, J. M. Aprender e ensinar com foco na educação híbrida. **Revista Pátio**, Porto Alegre, n. 25, p. 45-47, jun. 2015. Disponível em: <http://www.grupoa.com.br/revista-patio/artigo/11551/aprender-e-ensinar-com-foco-na-educacao-hibrida.aspx>. Acesso em: 30 ago. 2023.

BACICH, L.; NETO, A.T.; TREVISANI, F. de M. (Orgs.) **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, pp. 74-83, 2015.

BAIERL, T.M.; JOHNSON, B.; BOGNER, F.X. Informal Earth Education: Significant Shifts for Environmental Attitude and Knowledge. **Frontiers in Psychology**, v.13, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.819899>. Acesso em: 07 jan. 2021.

BARBOSA, R. de A. **Sequências didáticas em Educação Ambiental Crítica: tendências da produção acadêmica, análise epistemológica e reflexões para uma proposta na Educação em Ciências**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Instituto de Ciências Básicas e da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BARBOSA, R. de A. *et al.* A construção de um formigueiro artificial como proposta de Educação Ambiental para a Educação do Campo. **Revista Brasileira de Educação do Campo**, v. 4, p. e5739. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/campo/article/view/5739/15491>. Acesso em: 26 jul. 2020.

BARBOSA, R. de A.; ROBAINA, J. V. L. As Pesquisas sobre Atitudes Ambientais no campo da Educação em Ciências: um estado do conhecimento. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. l.], v. 39, n. 1, p. 94–112, 2022. DOI: 10.14295/remea.v39i1.13078. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/13078>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BARBOSA, R. A.; RANDLER, C.; ROBAINA, J. V. L. Values and Environmental Knowledge of Student Participants of Climate Strikes: A Comparative Perspective between Brazil and Germany. **Sustainability**, v. 13, p. 8010-18, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/14/8010>. Acesso em: 19 dez. 2021.

BARBOSA, R. de A.; SOARES, J. R.; ROBAINA, J. V. L. Educação em Ciências, Educação Ambiental Crítica e Ecologia Política: os percursos do debate teórico para uma prática educativa de transformação social. Em: Denisson Neves Monteiro, Jeferson Rosa Soares, Tatiane Chaves Ribeiro. (Org.). **Interdisciplinaridade em Ação**. 1ed. Chapecó: Plataforma Acadêmica, v. 1, p. 383-410, 2019.

BARBOSA, R. de A. SOUZA, A.P. O uso da coleção entomológica no Ensino de Ciências na teoria piagetiana. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, No.1, 2018. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID472/v13_n1_a2018.pdf. Acesso em: 30 nov. 2020.

BEHRENS, M. Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente. MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. (Orgs.). **Novas tecnologias e mediações pedagógicas**. 21. ed. Campinas, SP: Papirus, 2013. p. 73–140.

BERLAND, L. K.; REISER, B. Classroom communities' adaptation of the practice of scientific argumentation. **Science Education**, v. 95, n. 2, p. 473-498, 2011; Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sce.20420>. Acesso em: 10 jan. 2021.

BEYER, E. C. **Educação Ambiental em diferentes contextos do Ensino de Ciências no Ensino Médio**: pesquisas, livros didáticos e documentos curriculares oficiais. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Campus Cerro Largo, Universidade Federal da Fronteira Sul. 2022.

BINNGIEßER, J.; RANDLER, C. Association of the Environmental Attitudes “Preservation” and “Utilization” with Pro-Animal Attitudes. **International Journal of Science Education**, v.10, n.3, p. 477-492, 2015. Disponível: <http://dx.doi.org/10.12973/ijese.2015.255a>. Acesso em: 10 nov. 2020.

BLAKE, D.E. Contextual Effects on Environmental Attitudes and Behavior. **Environment and Behavior**, v. 33, n5, 2001, p.708-725. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/00139160121973205>. Acesso em: 22 fev. 2021.

BOCK, R. D.; AITKIN, M. Marginal Maximum Likelihood estimation of item parameters: application of an EM algorithm. **Psychometrika**, v. 46, pp. 443-459., 1982. Disponível: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02293801>. Acesso em: 02 jun. 2022.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. 12.ed. Porto: Porto, 2003.

BOGNER, F.X.; WISEMAN, M. Toward measuring adolescent environmental perception. **European Psychology**, v.4, p.139–151, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1027//1016-9040.4.3.139>. Acesso em: 03 nov. 2020.

BOGNER, F.X.; WISEMAN, M. Adolescents' attitudes towards nature and environment: Quantifying the 2-MEV model. **The Environmentalist**, 2006, v.26, p. 247-254, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10669-006-8660-9>. Acesso em: 03 nov. 2020.

BOGNER, F.X. Einstellungen und Werte im empirischen Konstrukt des jugendlichen Natur- und Umweltschutzbewusstseins: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden. Em: **Theorien in der biologiedidaktischen Forschung** (1st ed., pp. 221-230). Springer, Berlin-Heidelberg, 2007.

BOGNER, F.X. Environmental Values (2-MEV) and Appreciation of Nature. **Sustainability**, v.10, n.350, p. 1-10, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/2/350>. Acesso em: 03 nov. 2020.

BORCHERS, C.; BOESCH, C.; RIEDEL, J.; *et al.* Environmental Education in Côte d'Ivoire/West Africa: Extra-Curricular Primary School Teaching Shows Positive Impact on Environmental Knowledge and Attitudes. **International Journal of Science Education**, Part B, v.4, n.3, p. 240-259, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/21548455.2013.803632>. Acesso em: 20 jan. 2021.

BOURDIEU, P. **O senso prático**. Editora Vozes, Petrópolis, 2009.

BOURDIEU, P.; PASSERON, J. **A reprodução**. 3.ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1992.

BRANCO, E. P.; ROYER, M. R.; BRANCO, A. B. de G. A abordagem da Educação Ambiental nos PCNS, nas DCNS e na BNCC. **Nuances: Estudos sobre Educação**, Presidente Prudente, v. 29, n. 1, 2018. DOI: 10.32930/nuances.v29i1.5526. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/5526>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (**PCN**). Brasília, MEC/SEF, 1997.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

BRASIL. **Resolução CNE/CP 2**, de 15 de junho de 2012, e respectivo parecer, nº 14/2012, de 05 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA), bem como o parecer correspondente, nº 14/2012. Diário Oficial da União, Brasília 15 jun. 2012. Seção 1, p. 18.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (**DCNEB**). Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. 562p.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Diário Oficial da União, Brasília, 17 fev. 2017. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm. Acesso em: 17 nov. 2019;

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base – Ensino Médio. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018.

BRAUN, T.; COTTRELL, R.; DIERKES, P. Fostering changes in attitude, knowledge and behavior: demographic variation in environmental education effects. **Environmental Education Research**, v. 24, n.6, p. 899-920, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317960861_Fostering_changes_in_attitude_knowledge_and_behavior_demographic_variation_in_environmental_education_effects. Acesso em: Acesso em: 20 jan. 2021.

BRAUN, T.; DIERKES, P. Evaluating Three Dimensions of Environmental Knowledge and Their Impact on Behaviour. **Research in Science Education**, v.49, p.1347-1365, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9658-7>. Acesso em: Acesso em: 02 mar. 2021.

BRONFMAN, N.C.; CISTERNAS, P.C.; LÓPEZ-VÁZQUEZ, E.; *et al.* Understanding Attitudes and Pro-Environmental behaviors in a Chilean Community. **Sustainability**, v.7, pp.14133-14152, 2015. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/7/10/14133>. Acesso em: 18 out. 2020

BRÜGGER, A.; GUBLER, M.; STEENTJES, K.; CAPSTICK, S.B. Social Identity and Risk Perception Explain Participation in the Swiss Youth Climate Strikes. **Sustainability**, 2020, v.12, e:10605, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su122410605>. Acesso em: 11 dez. 2020.

BULEGON, A. M.; TAROUCO, L. M. R. Contribuições dos objetos de aprendizagem para ensinar o desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes nas aulas de Física. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 21, n. 3, p. 743–763, jul. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/jrPkwgt4MrkwRHMTJ9BFKcf/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 09 set. 2019.

CACHAPUZ, A. F. Do ensino das ciências: seis ideias que aprendi. Em: CARVALHO, A. M. P.; CACHAPUZ, A. F.; GIL-PÉREZ, D. (Orgs.). **O ensino das ciências como compromisso científico e social**. São Paulo: Cortez, 2012.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação**. (Bauru), Bauru, v. 10, n. 3, p. 363-381, dez. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151673132004000300005&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 16 ago. 2020.

CAMARGO, G. H. de; MOTOKANE, M. T. O processo de produção e validação de uma sequência didática investigativa para o ensino de ciências. Em: Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação. **Anais...** Belo Horizonte (MG) UFMG, 2020. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/eneci2020/246827-O-PROCESSO-DE-PRODUCAO-E-VALIDACAO-DE-UMA-SEQUENCIA-DIDATICA-INVESTIGATIVA-PARA-O-ENSINO-DE-CIENCIAS>. Acesso em: 26 set. 2023.

CANTER, D.; CRAIK, K. Environmental psychology. **Journal of Environmental Psychology**, v. 1, n. 1, p.1–11, 1981. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272494481800138>. Acesso em: 26 set. 2023.

CARDOSO, M. J. C. **Identificação e descrição de elementos de ensino de ciências por investigação em aulas de professores em formação inicial**. 170f. Dissertação (Mestrado em Interunidades em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, 2018.

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de Análise de Propostas de Ensino Investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1025-1059, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4788>. Acesso em: 28 jan. 2020.

CARMONA-MOYA, B.; CALVO-SALGUERO, A.; AGUILAR-LUZÓN, M.-D.-C. EIMECA: A Proposal for a Model of Environmental Collective Action. *Sustainability*, v.13, e5935, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13115935>. Acesso em: 10 jul. 2021.

CARSON, R. **Primavera silenciosa**. São Paulo: Melhoramentos, 1969.

CARVALHO, A. M. P. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. **Revista Contexto & Educação**, v. 22, n. 77, p. 25-49, 2007. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/1084>. Acesso em: 20 mar. 2020.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. CARVALHO, A. M. P. de. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. p. 1-20 São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 20 mar. 2020.

CARVALHO, I.C de M. A invenção do sujeito ecológico: identidades e subjetividade na formação dos educadores ambientais. Sato, M. & Carvalho, I. C. M. (orgs) **Educação Ambiental: pesquisa e desafios**. Porto Alegre, Artmed, 2005.

CARVALHO, I. C. DE M. As transformações na esfera pública e a ação ecológica: educação e política em tempos de educação e política em tempos de crise da modernidade. **Revista Brasileira de Educação**, v.11, n.32, pp. 308-315, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782006000200009>. Acesso em: 01 mar. 2020.

CARVALHO, I.C de M. Educação para sociedades sustentáveis e ambientalmente justas. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. l.], 2013. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/3387>. Acesso em: 10 mar. 2022.

CARVALHO, I.C de M. O sujeito ecológico: a formação de novas identidades na escola. Pernambuco, Marta; Paiva, Irene. (Org.). **Práticas coletivas na escola**. 1ed. Campinas: Mercado de Letras, 2013, v.1, p.115-124.

CASTRO, F.G.; KELLISON, J. G., BOYD, S. J.; KOPAK, A. A Methodology for Conducting Integrative Mixed Methods Research and Data Analyses. **Journal of Mixed Methods Research**, vol. 4, no. 4, 2010, p. 342–360, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3235529/>. Acesso em: 30 jun. 2022.

CHACHAMOVICH, E. **Teoria de resposta ao item: aplicação do modelo Rasch em desenvolvimento e validação de instrumentos em saúde mental**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2007.

CMMAD – COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2a ed. Tradução de Our common future. 1a ed. 1988. Relatório da Comissão de Brundtland de 1987. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COELHO, G.R. **A evolução do entendimento dos estudantes em eletricidade: um estudo longitudinal**. Tese de Doutorado, 173f. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2011.

COELHO, J.A.P.de M.; GOUVEIA, V. V.; MILFONT, T. L. Valores humanos como explicadores de atitudes ambientais e intenção de comportamento pró-ambiental. **Psicologia em Estudo**, v.11, n.1, jan/abr. pp.199-207, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pe/a/nPvy5jjPH3g5bPng9JmN8Lr/>. Acesso em: 30 out. 2020.

COELHO, M.N.; DE SOUSA, F. A. As metodologias ativas como estratégias para desenvolver a interdisciplinaridade no Ensino Médio. **Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 42–55, 2020. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/7343>. Acesso em: 10 out. 2023.

COERTJENS, L.; BOEVE-DE PAUW, J.; DE MAEYER, S.; VAN PETEGEM, P. Do schools make a difference in their students' environmental attitudes and awareness? Evidence from PISA 2006. **International Journal of Innovation in Science and Mathematics**, v.9, p. 497-522, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-010-9200-0>. Acesso em: 18 fev. 2021.

COLLADO-RUANO, J. Reflexões filosóficas sobre a Educação para o Desenvolvimento Sustentável: uma abordagem complexa, transdisciplinar e biomimética. **Foro de Educación**, v.17, n.26, p.135-152, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14516/fde.575>. Acesso em: 25 mai. 2020.

CÔRTEZ, P.L. *et al.* Environmental behavior: a comparative study between brazilian and portuguese students. **Ambiente & Sociedade [online]**. v. 19, n. 03, p. 113-134, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/8ssPzT3MmdvvXfRZ9T6YZdn/?lang=pt>. Acesso em: 14 de mar 2022.

COULIBALY, T., ISLAM, M.; MANAGI, S. The Impacts of Climate Change and Natural Disasters on Agriculture in African Countries. **Economics of Disasters and Climate Change** v.4, p.347–364, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s41885-019-00057-9>. Acesso em: 19 jan. 2022.

COUSSIRAT, R.S.S. **Rotação por Estações como estratégia para o ensino de radiações e radioatividade para estudantes de Ensino Médio**. 123f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Instituto de Ciências Básicas e da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020.

DAL-FARRA, A. R.; FETTERS, M. D. Recentes avanços nas pesquisas com métodos mistos: aplicações nas áreas de educação e ensino. **Acta Scientiae**, Canoas v.19 n.3 p.466-492, maio/jun. 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/3116>. Acesso em: 03 jul. 2021.

DOMINGUES, R.B.; GONÇALVES, G. Assessing environmental attitudes in Portugal using a new short version of the Environmental Attitudes Inventory. **Current Psychology**, v. 39, pp. 629–639, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12144-018-9786-x>. Acesso em: 02 dez. 2020.

DUARTE, M. de C. A história da ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 10, n.3, p. 317-331, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/qsp9wkGdStmjCWcfgcTw9pd/>. Acesso em 31 ago. 2019.

DUSCHL, R. Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic and social learning goals. **Review of Research in Education**, v.32, p.268–291, 2008. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0091732X07309371>. Acesso em: 20 mar. 2020.

DUNLAP, R.; VAN LIERE, K. A proposed measuring instrument and preliminary results: The ‘New Environmental Paradigm’. **Journal of Environmental Education**, v.9, p.10-19, 1978. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00958964.1978.10801875>. Acesso em: 15 nov. 2020.

DUNLAP, R. *et al.* Measuring endorsement of the new ecological paradigm: a revised NEP scale. **Journal of Social Issues**, v. 56, n. 3, p. 425-442, 2000. Disponível em: <https://spssi.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/0022-4537.00176>. Acesso em: 02 dez. 2020.

DURKHEIM, É. **Educação e Sociologia**. (Trad.) Nuno Garcia Lopes. Edições 70, Lisboa, 2007a.

DURKHEIM, É. **As Regras do Método Sociológico**. (Trad.) Paulo Neves, 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007b.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L. da; CHAN, B. L. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FEELEY, C. **Greta Thunberg: A year to change the World ‘underway from the BBC & PBS**. Hollywood Insider, 18 de fevereiro de 2021. Disponível em: <https://www.hollywoodinsider.com/greta-thunberg-a-year-to-change-the-world/>. Acesso em: 03 de mar. 2021;

FERREIRA N.S.A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Revista Educação & Sociedade**, Campinas, SP, v. 23, n. 79, p. 257-272, 2002.

FETTERS, M.D.; CURRY, L.A.; CRESWELL, J.W. Achieving integration in mixed methods designs-principles and practices. **Health Service Research**, v.48, n.6Pt 2, pp.2134-2156, 2013.

FIELDING, K.S.; HORNSEY, M. A Social Identity Analysis of Climate Change and Environmental Attitudes and Behaviors: Insights and Opportunities. **Frontiers in Psychology**, v.7, v.121, p.1-12, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00121>. Acesso em: 09 jan. 2021.

FILGUEIRAS, A. **Adaptação transcultural e avaliação psicométrica do Ages and Stages Questionnaires (ASQ) em creches públicas da cidade do Rio de Janeiro**. 170f. Dissertação (Mestrado em Psicologia Clínica) – Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro. 2011.

FLEURI, R. M.. Sustentabilidade: desafios para a educação científica e tecnológica. **Em Aberto**, v. 27, p. 21-40, 2014. Disponível em: <https://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/2486>. Acesso em: 03 abr. 2022.

FONSECA, E. M. da; DUSO, L.; HOFFMANN, M. B. Discutindo a temática agrotóxicos: uma abordagem por meio das controvérsias sociocientíficas. **Revista Brasileira de Educação do Campo**, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 881–898, 2017. DOI: 10.20873/uft.2525-4863.2017v2n3p881. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/campo/article/view/3814>. Acesso em: 13 set. 2023.

FREDRIKSSON, U., N. KUSANAGI, K., GOUGOULAKIS, P. *et al.* A comparative study of curriculums for education for sustainable development (ESD) in Sweden and Japan. **Sustainability**, v.12, n.3, p.1123, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12031123>. Acesso em: 20 out. 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 5. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005a.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 47 ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2005b.

FREIRE, P. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. FREIRE, Ana Maria de Araújo (Org.). 1.ed. São Paulo: Paz e Terra, 2014, 160p.

FREITAS, F. M.; SILVA, J.; LEITE, M. C. L. Diretrizes invisíveis e regras distributivas nas políticas curriculares da nova BNCC. **Currículo sem Fronteiras**, v.18, n.3, p.857-870, set./dez. 2018. Disponível em:

<https://www.curriculosemfronteiras.org/vol18iss3articles/freitas-silva-leite.pdf>. Acesso em 30 de jan. de 2024.

FRICK, J.; KAISER, F. G.; WILSON, M. Environmental knowledge and conservation behavior: Exploring prevalence and structure in a representative sample. **Personality and Individual Differences**, v.37, p.1597-1613, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S019188690400056X>. Acesso em: 15 nov. 2020.

FRIDAYS FOR FUTURE. **Map of actions**. Disponível em: <https://fridaysforfuture.org/action-map/map/>. Acesso em: 19 de fev. 2021.

FRIZZO, T.C.; CARVALHO, I.C. de M. Políticas públicas atuais no Brasil: o silêncio da educação ambiental. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. l.], n. 1, p. 115–127, 2018. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/8567>. Acesso em: 4 mar. 2022.

GALLO, E.; SETTI, A. F.; MAGALHÃES, D. D.; *et al.* Saúde e economia verde: desafios para o desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v.17, n.6, p.1457-1462, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/74stZFRrBbSXQc4GBggGQ5y/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 03 abr. 2022.

GAMBOA, S.S. Quantidade-qualidade: para além de um dualismo técnico e de uma dicotomia epistemológica. Em: Silvio Sánchez Gamboa. (Org.). **Pesquisa Educacional: quantidade-qualidade**. 8aed.São Paulo: Cortez, 8aed., p. 83-110, 2013.

GATTI, L.V.; BASSO, L.S.; MILLER, J.B. et al. Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. **Nature**, v.595, p. 388–393, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03629-6>. Acesso em: 30 mai. 2023.

GEHLEN, S. T.; DELIZOICOV, D. A função do problema na Educação em Ciências: estudos baseados na perspectiva vygotskyana. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 123–144, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4211>. Acesso em: 21 dez. 2020.

GEIGER, S.M; GEIGER, M.; WILHELM, O. Environment-Specific vs. General Knowledge and Their Role in Pro-environmental Behavior. **Frontiers in Psychology**, v.10, e718, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00718>. Acesso em: 15 nov. 2020.

GEMIGNANI, E. Y. M. Y. Formação de professores e metodologias ativas de ensino-aprendizagem: ensinar para a compreensão. **Revista Fronteira da Educação [online]**, Recife, v. 1, n° 2, 2012. Disponível em: <http://www.frenteirasdaeducacao.org/index.php/fronteiras/article/view/14>. Acesso em: 01 mar. 2023.

GESSEN, M. **The Fifteen-Year-Old Climate Activist Who Is Demanding a New Kind of Politics**, 2 de outubro de 2018. *New Yorker*. <https://www.newyorker.com/news/our-columnists/the-fifteen-year-old-climate-activist-who-is-demanding-a-new-kind-of-politics>

GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre, Artmed; 2009.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLOBAL FOREST WATCH. **Global Forest Watch**, 2022. Disponível em: <https://www.globalforestwatch.org/map/> . Acesso em: 03 mar. 2022.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2016. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/494>. Acesso em: 28 mar. 2023.

GOUGH, A. Mutualism: A different agenda for environmental and science education. **International Journal of Science Education**, v.24, n.11, p.1201-15, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/240526596_Mutualism_A_different_agenda_for_environmental_and_science_education. Acesso em: 02 dez. 2021.

GUIMARÃES, M. **A formação de educadores ambientais**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

GUZZO, G.L.; LIMA, V. M. do R. O desenvolvimento do pensamento crítico na educação: uma meta possível?1. **Educação. UNISINOS**, São Leopoldo, v. 22, n. 4, pp. 334-343, out. 2018. Disponível em http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2177-62102018000400334&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 25 jan. 2024.

HAIR JR., J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HANDMER, J., Y; HONDA, Z.W; KUNDZEWICZ, N. *ET AL*. Changes in impacts of climate extremes: human systems and ecosystems. Em: **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation** [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. *et al.* (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 231-290, 2012.

HEATH, Y.; GIFFORD, R. Extending the Theory of Planned Behavior: Predicting the Use of Public Transportation 1. **Journal of Applied Social Psychology**, v.32, p.2154-2189, 2006. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1559-1816.2002.tb02068.x>. Acesso em: 10 abr. 2023.

HEBEL, L.; MONTPIED, P.; FONTANIEU, V. What can influence students' environmental attitudes? Results from a study of 15-year-old students in France. **International Journal of Environmental and Science Education**, v.9, n.3, p. 329-345. 2014. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1031459.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

HEBERLEIN, T.A. Navigating Environmental Attitudes. **Conservation Biology** (Editorial), v.26. p.583-585, 2012. Disponível em: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1523-1739.2012.01892.x>. Acesso em: 02 dez. 2020.

HORN, M. B.; STAKER, H. **Blended**: Usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação. [tradução: Maria Cristina Gularte Monteiro] – Porto Alegre: Penso, 2015. p. 292.

HUMMEL, E.; RANDLER, C. Living Animals in the Classroom: A Meta-Analysis on Learning Outcome and a Treatment–Control Study Focusing on Knowledge and Motivation. **Journal of Science Education and Technology**, v.21. p.95-105, 2012. DOI: 10.1007/s10956-011-9285-4. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-011-9285-4>. Acesso em: 15 nov. 2020.

IPCC. Summary for Policymakers. **Global Warming of 1.5 °C: An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 °C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty**. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., *et al.*, Eds.; World Meteorological Organization: Geneva, Switzerland, 2018.

INGLEHART, R.; WELZEL, C. **Modernization, Cultural Change, and Democracy: The Human Development Sequence**, 1a. ed., Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom, 2005.

JACOBI, P. R. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa**, [S. l.], v. 31, n. 2, p. 233-250, 2005. DOI: 10.1590/S1517-97022005000200007. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ep/article/view/27974>. Acesso em: 25 jan. 2024.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P.; CRUJEIRAS, B. Epistemic practices and scientific practices in science education. In Taber, K. S. & Akpan, B. (Eds.). **Science Education: an International Course Companion**, p. 69-80, 2017.

JOHNSON, B.; MANOLI, C. C. The 2-MEV Scale in the United States: A Measure of Children's Environmental Attitudes Based on the Theory of Ecological Attitude. **Journal of Environmental Education**, v.42, n.2, p. 84-97, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00958964.2010.503716>. Acesso em: 15 nov. 2020.

KAISER, F.G.; HÜBNER, G.; BOGNER, F.X. Contrasting the Theory of Planned Behavior with the Value-Belief-Norm Model in Explaining Conservation Behavior. **Journal of Applied Social Psychology**, v.35, p.2150-2170, 2005. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1559-1816.2005.tb02213.x>. Acesso em: 15 nov. 2020.

KAISER, F.G.; FUHRER, U. Ecological Behavior's Dependency on Different Forms of Knowledge. **Applied Psychology: an international review**. v.52, n.4, p.598-613, 2003. Disponível em: <https://iaap-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1464-0597.00153>. Acesso em: 15 nov. 2020.

KAISER, F.G.; KIBBE, A.; HENTSCHEKE, L. Offsetting behavioral costs with personal attitudes: A slightly more complex view of the attitude-behavior relation. **Personality and Individual Differences**, v.183, e111158, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.paid.2021.111158>. Acesso em 23 fev. 2021.

KAISER, F.G.; ROCZEN, N.; BOGNER, F.X. Competence formation in environmental education: advancing ecology-specific rather than general abilities. **Umweltpsychologie**, v.12, n.2, p. 56-70, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.5167/uzh-9249>. Acesso em: 15 nov. 2020.

KAISER, H.F. An index of factorial simplicity. **Psychometrika** 39, 31–36, 1974. Disponível: <https://doi.org/10.1007/BF02291575>. Acesso em: 03 ago. 2023.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em perspectiva**, n. 14, v. 1, p. 85-93, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000100010>. Acesso em: 24 nov. 2019.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2007.

KELLERT, S. R. Attitudes towards animals: Age-related development among children. **The Journal of Environmental Education**, v.16, p.29–39, 1985. Disponível em: https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=acwp_sata. Acesso em: 15 nov. 2020.

KELLY, G.J., REGEV, J., PROTHERO, W. Analysis of Lines of Reasoning in Written Argumentation. Em: ERDURAN, S., JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. (eds.) **Argumentation in Science Education**. Science & Technology Education Library, v. 35, pp. 137-158. Springer, Dordrecht, 2007.

KLEIN, N. **This changes everything: capitalism vs. the climate**. New York: Simon & Schuster, 2014.

KOLLMUSS, A.; AGYEMAN, J. Mind the Gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? **Environmental Education and Research**, v.8, p. 239–260, 2002. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504620220145401>. Acesso em: 20 set. 2021.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. **The measurement of observer agreement for categorical data**. Ed. Biometrics, p. 33-159, 1977.

LAYRARGUES, P. P. Educação Ambiental no Brasil: o que mudou nos vinte anos da Rio 92 à Rio+20. **ComCiência** (UNICAMP), v. 135, p. 135, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/297198674_Educacao_Ambiental_no_Brasil_o_que_mudou_nos_vinte_anos_entre_a_Rio-92_e_a_Rio20. Acesso em: 27 abr. 2020.

LEFF, E. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 3 ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

LEFF, E. **Aventuras da epistemologia ambiental: da articulação das ciências ao diálogo de saberes**. São Paulo: Cortez, 2012.

LICHAND, G.; DORIA, C. A.; LEAL-NETO, O.; FERNANDES, J. P. C. The impacts of

remote learning in secondary education during the pandemic in Brazil. **Nature Human Behaviour**, v. 6, no.8 , pp. 1079–1086, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35618779/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

LIEFLÄNDER, A.K.; BOGNER, F.X. The Effects of Children's Age and Sex on Acquiring Pro-Environmental Attitudes Through Environmental Education. **Journal of Environmental Education**, v.45, n.2, p. 105-117, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00958964.2013.875511>. Acesso em: 15 nov. 2020.

LIEFLÄNDER, A.K.; BOGNER, F.X. Educational impact on the relationship between environmental knowledge and attitudes. **Environmental Education Research**, v. 24, n.4, pp.611-624, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13504622.2016.1188265>. Acesso em: 15 nov. 2020.

LIMA, G. F. C. Educação, emancipação e sustentabilidade: em defesa de uma pedagogia libertadora para a educação ambiental. Em: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília, p. 85-112., 2004.

LIMA, L. H. F. de; MOURA, F. R. de. O professor no ensino híbrido. Em: BACICH, L.; NETO, A.T.; TREVISANI, F. de M. (Orgs.) **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, pp. 74-83, 2015.

LINACRE, J. M. **A user's guide to WINSTEPS & MINISTEPS**: Rasch Model computers Programs. Chicago, IL: Winsteps.com. 2009.

LIU, H. **Comparing Welch's ANOVA, a Kruskal-Wallis test and traditional ANOVA in case of Heterogeneity of Variance**. 48f., Mestrado em Bioestatística, Universidade da Virgínia. 2015.

LOU, V. *et al.* Within-class Grouping: A Meta-Analysis. **Review of Educational Research**, v. 66, p. 423– 458, 1996. Disponível em: <https://www.proquest.com/docview/214115187?sourcetype=Scholarly%20Journals>. Acesso em 10 jan. 2023.

LOUREIRO, C.F.B. Premissas teóricas para uma educação ambiental transformadora. **Ambiente e Educação**, v.1, n.8, pp.37-54, 2003. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/897>.- Acesso em: 28 jan. 2020.

LOUREIRO, C.F.B. Educação ambiental crítica: contribuições e desafios. MELLO, S.; TRAJBER, R. (orgs.). Em: MELLO, S.; TRAJBER, R. (orgs.). **Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental**. Brasília: MEC/UNESCO, 2007.

LOUREIRO, C.F.B. **Sustentabilidade e Educação: um olhar da ecologia política** / Carlos Frederico Bernardo Loureiro. – São Paulo: Cortez, 128p., 2012.

LOUREIRO, C.F.B. Educação Ambiental e Educação para o Desenvolvimento Sustentável: polêmicas, aproximações e distanciamentos. Em: LOUREIRO, C.F.B.; LAMOSA, R. de A. C (orgs.). **Educação Ambiental no contexto escolar: um balanço crítico da década da educação para o desenvolvimento sustentável**. – Rio de Janeiro/ Quartet: CNPq, 2015.

LOUREIRO, C.F.B. O dito e o não dito na “Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável” promovida pela UNESCO. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v.11, n.2, p. 58-71, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol11.n2.p58-71>. Acesso em: 28 jan. 2020.

LOUREIRO, C.F.B. Questões ontológicas e metodológicas da educação ambiental crítica no capitalismo contemporâneo. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental (REMEA)**. v.36, n.1, pp.79-95, 2019. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/8954>. Acesso em: 28 jan. 2020.

LOPES, W. Z.; GARCIA, R. N. Promoção da alfabetização científica (AC): construção, formação e desenvolvimento na prática docente. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 10, n. 1, 2021. DOI: 10.35819/tear.v10.n1.a4655. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/4655>. Acesso em: 13 set. 2023.

MACEDO, E. Base Nacional Curricular Comum: A falsa oposição entre conhecimento para fazer algo e conhecimento em si. **Educação em Revista**, v.32, n.2, Belo Horizonte, p 45-67, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/3993/399361529004/>. Acesso em: 13 set. 2023.

MANNHEIM, K. **Liberdade, poder e planificação democrática**. MAILLET, Miguel (Trad.) 1.ed. Editora Mestre Jou, São Paulo, 1972.

MANNHEIM, K.; STEWART, W.A.C. **Introdução à Sociologia da Educação**. CAIADO, O.M. (Trad.). 2a. ed. Editora Cultrix, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1972.

MANOLI, C., JOHNSON, B., BUXNER, S.; BOGNER, F.X. Measuring Environmental Perceptions Grounded on Different Theoretical Models: The 2-Major Environmental Values (2-MEV) Model in Comparison with the New Ecological Paradigm (NEP) Scale. **Sustainability**, v.11, n.5:1286, 2019. MDPI AG. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/su11051286>. Acesso em: 10 nov. 2020.

MANZATO, A.J.; SANTOS, A.B. A Elaboração de Questionários na **Pesquisa Quantitativa**, 2012. Disponível em: http://www.inf.ufsc.br/~verav/Ensino_2012_1/ELABORACAO_QUESTIONARIOS_PESQUISA_QUANTITATIVA.pdf. Acesso em: 14 dez. 2021.

MARANDINO, M.; SCARPA, D. L.; FERRAZO, A. K. Mudanças climáticas, aquecimento global e controvérsias. Para além de informar, educar! **Pensar a Educação em pauta**, Belo Horizonte, 13 de dezembro de 2019. Disponível em: <http://www.geenf.fe.usp.br/v2/wp-content/uploads/2020/03/Mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas-aquecimento-global-e-controv%C3%A9rsias.-Para-al%C3%A9m-de-informar-educar-%E2%80%93-Jornal-Pensar-a-Educa%C3%A7%C3%A3o-em-Pauta.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2021.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MASSONI, N. T.; ALVES-BRITO, A.; CUNHA, A. M. Referencial curricular gaúcho para o Ensino Médio de 2021: contexto de produção, ciências da natureza e questões étnico-raciais. **Revista Educar Mais**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 583–605, 2021. Disponível em:

<https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/2405>. Acesso em: 30 jan. 2024.

MAURER, M.; BOGNER, F. X. Modelling environmental literacy with environmental knowledge, values and (reported) behaviour. **Studies in Educational Evaluation**, v.65., 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100863>. Acesso em: 02 fev. 2021.

MATTOS, M. A greve das universidades federais no Brasil em 2012. **Revista Iberoamericana de Educación Superior**, v.4, n.10, p.135-142, 2013. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2007-2872\(13\)71928-0](https://doi.org/10.1016/S2007-2872(13)71928-0). Acesso em: 20 ago. 2021.

MINAYO, M. C. de S. Trabalho de campo: contexto de observação, interação e descoberta. Em: MINAYO, M. C. de S.; DESLANDES, S. F. GOMES, R. (Org). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 28ª. ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

MINNER, D. D.; LEVY, A. J; CENTURY, J. Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. **Journal of Research in Science Teaching**, v.47, p.474-496, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tea.20347>. Acesso em: 02 fev. 2021.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva**. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

MORAN, J. M. **A Educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 5 ed. Campinas: Papirus, 2013.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. Em: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T. (Orgs.) **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. v. 2. PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. (Coleção Mídias Contemporâneas). Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf. Acesso em: 10 mar. 2022.

MORAN, J. M. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. Em: BACICH, L; MORAN, J. M. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

MOREIRA, L. A. L. A (in)sustentabilidade do discurso da Educação para o Desenvolvimento Sustentável do Banco Mundial. **ETD – Educação Temática Digital**, Campis, v.9, n.2, pp.20-30, jun.2008. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/etd.v9i2.814>. Acesso em: 03 dez. 2021.

MOREIRA, M. A. Aprendizaje significativo crítico. **Indivisa: Boletín de Estudios e Investigación**, v. 6, pp. 83-102. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/771/77100606.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2024.

MOREIRA, M. A.; DIONÍSIO, P. H. Interpretação de resultados de testes de retenção em termos da teoria de aprendizagem de David Ausubel. **Revista Brasileira de Física**, v.5, n.2, São Paulo, p.245-252, 1975. Disponível em: <https://www.sbfisica.org.br/bjp/download/v05/v05a20.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2024

MOTA, M. O efeito das mudanças climáticas na agricultura do Brasil. **Digital Agro**, 26 de agosto de 2020. Disponível em: <https://digitalagro.com.br/2020/08/26/o-efeito-das-mudancas-climaticas-na-agricultura-do-brasil/>. Acesso em: 11 mai. 2022.

MUNIZ DOS SANTOS, F.; ALVES DE LIMA, L.; TAVARES GONÇALVES, P.; VALDEVINO BRITO, L.; RAMOS FREIRE BEZERRA, N.; GOMES TORRES, C. O Ensino de Biologia com enfoque CTSA: uma abordagem sobre Educação Ambiental e Sustentabilidade no Ensino Médio da rede pública do Estado do Ceará. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 3, n. 2, p. 406-427, 24 ago. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i2.11362>. Acesso em 17 mar. 2021.

MUNOZ, F., BOGNER, F.X., CLEMENT, P. & CARVALHO, G.S. Teachers' conceptions of nature and environment in 16 countries. **Journal of Environmental Psychology**, v. 29, p.407–413, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2009.05.007>. Acesso em: 12 fev. 2021.

NPR. **Transcript: Greta Thunberg's speech at the U.N. Climate Action Summit**. National Group Radio Staff. 23 de setembro, 2019; Disponível em: <https://www.npr.org/2019/09/23/763452863/transcript-greta-thunbergs-speech-at-the-u-n-climate-action-summit?t=1613999375712&t=1616181885328>. Acesso em: 12 fev. 2021.

NRC. National Research Council. **Inquiry and the national science education standards**. Washington, DC: National Academy Press, 2000.

NUNES, M.E.; FRANÇA, L.F.; PAIVA, L.V. Eficácia de diferentes estratégias no ensino de educação ambiental: associação entre pesquisa e extensão universitária. **Ambiente & Sociedade**, v. XX, n. 2, 2017, pp. 61-78. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC228R1V2022017>. Acesso em: 20 nov. 2019.

OECD. **Green at Fifteen?** How 15-Year-Olds Perform in Environmental Science and Geoscience in PISA 2006; OECD: Paris, France, 2009.

OECD. **PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving**; OECD: Paris, France, 2017a.

OECD. **PISA 2015 Technical Report**; OECD: Paris, France, 2017b;
ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA [UNESCO]. **Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives**; UNESCO: Paris, France, 2017.

OHLSSON, S. The Cognitive Skill of Theory Articulation: a neglected aspect of Science Education? **Science & Education**. v. 1, n. 2, 1992. Disponível em: <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF00572838.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO); PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **Declaração de Tbilisi**. 1977. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/deds/pdfs/decltbilisi.pdf>. Acesso em 20.mar.2022.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Declaração do Milênio**. Nova Iorque, 6 a 8 de setembro de 2000. Disponível em:

http://www.pnud.org.br/Docs/declaracao_do_milenio.pdf. Acesso em: 03 dez. 2021.

OTTO, S.; EVANS, G. W.; MOON, M. J.; KAISER F. G. The development of children's environmental attitude and behavior. **Global Environmental Change**, v.58, n.101947. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101947>. Acesso em: 15 nov. 2020.

PAIVA, V. P. Sobre a influência de Karl Mannheim na Pedagogia de Paulo Freire. **Síntese Política, Econômica e Social**, n.14. Rio de Janeiro, 1998, pp.43-64. Disponível em: <https://www.faje.edu.br/periodicos/index.php/Sintese/article/view/2343>. Acesso em: 19 jul. 2023.

FERREIRA PAIVA, M. R.; FEIJÃO PARENTE, J. R.; ROCHA BRANDÃO, I.; BOMFIM QUEIROZ, A. H. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **SANARE - Revista de Políticas Públicas**, [S. l.], v. 15, n. 2, 2017. Disponível em: <https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1049>. Acesso em: 28 mar. 2023.

PATO, C. Comportamento ecológico: chave para compreensão e resolução da degradação ambiental? **Democracia Viva**, v.27, pp. 102-107, jun./jul. 2005.

PAULETTI, F. Concepções de pesquisa como princípio educativo em contexto brasileiro: ensinar e aprender por investigação. **Revista Debates Em Ensino De Química**, v. 6, p. 345-369, 2021. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/3284>. Acesso em: 20 mar. 2021.

PAULETTI, F. Etapas das práticas investigativas: as proximidades e os distanciamentos de contextos distintos. **Cadernos de Educação, Tecnologia e Sociedade**, v. 13, p. 432-449, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14571/brajets.v13.n4.432-449>. Acesso em: 20 mar. 2021.

PAULETTI, F.; GALLE, L. A. V. A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente a partir de perguntas dos estudantes sobre combustíveis. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 2, n. 2, 2020. DOI: 10.5335/rbecm.v2i2.9670. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/9670>. Acesso em: 13 set. 2023.

PEDASTE, M.; MÄEOTSA, M.; SIIMAN, L. A. *et al.* Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v.14, p.47–61. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>. Acesso em: 20 mar. 2021.

PENHA, S. P. da; CARVALHO, A. M. P. de; VIANNA, D. M. A utilização de atividades investigativas em uma proposta de enculturação científica: novos indicadores para análise do processo. Em: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VII, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

PENHA, S.P.; CARVALHO, A.M.P.; VIANNA, D.M. Laboratório Didático investigativo e os objetivos da enculturação científica: análise do processo. **Revista de Educação, Ciências**

e Matemática, v.5, n.2, p. 6-23, 2015. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/3107/1427>. Acesso em: 13 set. 2022

PEREIRA, S. de O.; REIS, L. P. C. Contextos de interação e sua inter-relação com o comportamento ecológico. **INTERthesis**, v.14, n. 1, pp. 117-132, jan./abr. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/interthesis/article/view/1807-1384.2017v14n1p117>. Acesso em: 13 de out. de 2023.

PIAGET, J. **Psicologia e Pedagogia**. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Forense/ Universitária, 1976.

PIZARRO, M. V. **Alfabetização científica nos anos iniciais: necessidades formativas e aprendizagens profissionais da docência no contexto dos sistemas de avaliação em larga escala**, 2014. 355f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2014. Disponível em: Disponível em: <http://wwwp.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/DetalhaDocumentoAction.do?idDocumento =653> Acesso em: 16 jan. 2023.

PIZARRO, M. V.; LOPES JUNIOR, J. Indicadores de alfabetização científica: uma revisão bibliográfica sobre as diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de ciências nos anos iniciais. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 208-238, 2015. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/66/42> Acesso em: 16 jan. 2023.

PLUTA, W.J.; CHINN, C.A.; DUNCAN, R. G. Learners' epistemic criteria for good scientific models. **Journal of Research in Science Teaching**, v.48, n.5, p.486–511, 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.20415>. Acesso em: 02 fev. 2020.

POST, D.; MENG, Y. Does schooling foster environmental values and action? A cross-national study of priorities and behaviors. **International Journal of Educational Development**, v.60, p.10-18, 2018; Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2017.10.010>. 15 nov. 2020.

POZO, J.I. CRESPO, M.A.G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. FREITAS, Naila (Trad.). 5ed. Artmed, Porto Alegre. 296p, 2009.

PRESTES, Z. R. **Quando não é quase a mesma coisa: análise de traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil: repercussões no campo educacional**. 295f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, 2010.

PRODANOV, C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo-RS: FEEVALE, 2013.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 22 jul. 2023.

- RAAB, R.; BOGNER, F. X. Knowledge acquisition and environmental values in a microplastic learning module: Does the learning environment matter? **Studies in Educational Evaluation**, v.71: 101091, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.101091>. Acesso em: 12 out. 2020.
- RANDLER, C; BOGNER, F.X. Comparing methods of instruction using bird species identification skills as indicators. **Journal of Biological Education**, v.36, n.4, p.2–9, 2002. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00219266.2002.9655830>. Acesso em: 12 out. 2020.
- RANDLER, C.; BOGNER, F.X. Efficacy of Two Different Instructional Methods Involving Complex Ecological Content. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v.7, p.315-337, 2008. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-007-9117-4>. Acesso em: 12 out. 2020.
- RANDLER, C.; ILG, A.; KERN, J. Cognitive and Emotional Evaluation of an Amphibian Conservation Program for Elementary School Students. **The Journal of Environmental Education**, v.37, n.1, p.43-52, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.3200/JOEE.37.1.43-52>. Acesso em: 12 out. 2020.
- RANDLER, C; WAGNER, A.; RÖGELE, A.; TOMAZIC, I. Attitudes toward and Knowledge about Wolves in SW German Secondary School Pupils from within and outside an Area Occupied by Wolves (*Canis lupus*). **Animals**, v.10, n.4, e607, abril 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/4/607>. Acesso em: 12 out. 2020.
- RANDLER, C.; BALLOUARD, J.M; BONNET, X. *et al.* Attitudes Toward Animal Welfare Among Adolescents from Colombia, France, Germany, and India. **Anthropozoos**, v. 34, n.3. 2021, pp. 1-17. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08927936.2021.1898212>. Acesso em: 12 out. 2020.
- RASCH, G. **Studies in mathematical psychology**: I. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests. Dinamarca: Nielsen & Lydiche, 1960.
- REIGOTA, M. O estado da arte da pesquisa em educação ambiental no Brasil. **Pesquisa em Educação Ambiental (UFSCar)**, v. 2, p. 33-66, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2177-580X.v2i1p33-66>. Acesso em: 02 out. 2019.
- RIO GRANDE DO SUL. **Referencial Curricular Gaúcho**. 2021. Disponível em: <https://educacao.rs.gov.br/upload/arquivos/202111/24135335-referencial-curricular-gauchos.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2024.
- ROCZEN, N.; KAISER, F.G.; BOGNER, F.X; WILSON, M. A Competence Model for Environmental Education. **Environment and Behavior**, v.46, n.8, p.972-992, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0013916513492416>. Acesso em: 03 dez. 2020.
- ROMAN CARDOSO DE ARAUJO SILVA, C.; LIMA ROBAINA, J. O estado da arte das pesquisas acadêmicas sobre CTSA no período de 2014 até 2018. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 3, n. 2, p. 85-100, 24 ago. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i2.11070>. Acesso em 17 mar. 2021.

ROMANELLO, M.; DI NAPOLI, C.; GREEN, C. *et al.* The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. **The Lancet**, Countdown 14 nov. 2023, publicado online. Doi: 10.1016/S0140-6736(23)01859-7. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(23\)01859-7/fulltext#seccesstitle900](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(23)01859-7/fulltext#seccesstitle900). Acesso em: 20 nov. 2023.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo estado da arte em educação. **Revista Diálogo Educacional [online]**. 2006, v.6, n.19, pp.37-50. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-416X2006000300004&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 jan. 2024.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. São Paulo, Vértice, 1986.

SACRISTÁN, J.G. **Educar e Conviver na Cultura Global: as exigências da cidadania**. Tradução de Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SANDVIK, H. Public concern over global warming correlates negatively with national wealth. **Climate Change**, v.90, p-333-341, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9429-6>. Acesso em: 15 nov. 2020.

SANTOS, M. S. F.; LIMA, M. J. G. S. de. Juventudes e(m) movimentos ambientalistas: militâncias e ativismos para adiar o fim do mundo. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, [S. l.]**, v. 40, n. 1, p. 74-95, 2023. DOI: 10.14295/rema.v40i1.14039. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/rema/article/view/14039>. Acesso em: 25 jan. 2024.

SANTOS FILHO, J. C. Pesquisa quantitativa versus pesquisa qualitativa: o desafio paradigmático. Em: SANTOS FILHO, J.C.; GAMBOA, S.S. **Pesquisa educacional: quantidade-qualidade**. São Paulo: Cortez, 8aed., p.13-59, 2013.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/445>. Acesso em: 27 abr. 2020.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação (UNESP. Impresso)**, v. 17, p. 97-114, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100007>. Acesso em: 27 abr. 2020.

SASSERON, L.H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. **Revista Ensaio** v.17, n. especial, Belo Horizonte, p. 79-67, novembro, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>. Acesso em: 27 abr. 2020.

SASSERON, L.H; DUSCHL, R.A. Ensino de ciências e as Práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n.2, pp. 52-67. 2016. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/19>. Acesso em: 27 abr. 2020.

SASSERON, L. H.; MACHADO V. F. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar Física**. São Paulo: Livraria de Física, 2017.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 18, p. 1061-1085, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833>. Acesso em: 27 abr. 2020.

SASSERON, L.H. Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. **Ciência & Educação (Bauru) [online]**. v. 25, n. 3, pp. 563-567, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320190030001>. Acesso em: 4 abril 2022.

SASSERON, L. H. Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 23, p. e26063, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/5yZCkh6yRxGgHwDFgy4dLbw/?lang=pt#>. Acesso em: 13 set. 2023.

SANTOS, C. F. dos. (Org.). **Crítica ao esvaziamento da educação escolar**. Salvador: Editora da UNEB, 2013.

SAUVÉ, L. Uma cartografia das correntes em Educação Ambiental. Em: SATO, Michele; CARVALHO, Isabel (orgs.). **Educação Ambiental: pesquisa e desafios**. Porto Alegre: Artmed, 2005, p. 18 – 44.

SATO, M. Para quem servirá Jo'Burg 2002? **V Conferência Latinoamericana sobre Meio Ambiente** (s.p.). Belo Horizonte: ONGs Ambientalistas, 2002. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=58>. Acesso em: 30 out. 2019.

SATO, M. **Educação ambiental**. São Carlos: RiMa, 2003.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Revista Estudos Avançados**, v.32, n.94, 2018, pp. 25-41. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152653>. Acesso em: 28 nov. 2021.

SCARPA, D.L.; SILVA, M. B. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. Em: CARVALHO, A.M.P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, 152p.

SCARPA, D. L.; TRIVELATO, S. L. F. A linguagem e a alfabetização científicas: características linguísticas e argumentativas de artigos científicos. **Genética na Escola**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 46–57, 2012. Disponível em: <https://geneticanaescola.com.br/revista/article/view/145>. Acesso em: 25 set. 2023.

SCHNEIDERHAN-OPEL, J.; BOGNER, F.X. Between Environmental Utilization and Protection: Adolescent Conceptions of Biodiversity. **Sustainability**, 2019, v.11, e:4517, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11174517>. Acesso em: 12 jan. 2021.

SCHNELLER, A.J.; JOHNSON, B.; BOGNER, F.X. Measuring children's environmental attitudes and values in northwest Mexico: validating a modified version of measures to test the Model of Ecological Values (2-MEV). **Environmental, Education Research**, v.21, n.1, p. 61-75, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13504622.2013.843648>. Acesso em: 12 jan. 2021.

SCHMITZ, G. L.; ROCHA, J. B. T. da. Evaluation of environmental attitudes of a sample of Brazilian undergraduate students. **Research, Society and Development**, v.8, n.12, e508121946, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i12.1946>. Acesso em: 13 nov. 2019.

SCHMITZ, G. L.; ROCHA, J. B. T. Environmental education as a tool to improve children's environmental attitudes and knowledge. **Education (Rosemead)**, v.15, n.2, p. 15-20, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325229552_Environmental_Education_Program_as_a_Tool_to_Improve_Children%27s_Environmental_Attitudes_and_Knowledge. Acesso em: 13 nov. 2019.

SCHMITZ, G.L. **Desenvolvimento de atitudes pró-ambientais em atividades do projeto de educação ambiental em escola da cidade de Santa Maria**. 92f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

SCHULTZ, P. Environmental Attitudes and Behaviors Across Cultures. **Online Readings in Psychology and Culture**, v.8, n.1, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.9707/2307-0919.1070>. Acesso em: 03 fev. 2021.

SCHULTZ, T. **O valor econômico da educação**. 2a. ed. (Trad.). Zahar Editores, Rio de Janeiro. 104p., 1973.

SCHUMM, M.F. & BOGNER, F.X. Measuring adolescent science motivation. **International Journal of Science Education**, v.38, n.3, pp. 434-449, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1147659>. Acesso em: 12 dez. 2020.

SCHWARZ, G. Estimating the dimension of a model. **Annals of Statistics**, v. 6, n. 2, pp. 461-464, 1978. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2958889>. Acesso em: 10 set. 2023.

SEREMOS história? Direção: Fisher Stevens. Produção: Fisher Stevens, Leonardo DiCaprio Jennifer Davisson, James Packer, Brett Ratner e Trevor Davidoski. [S.l.]: Estados Unidos: *RatPac Documentary Films* e *National Geographic*, 2016. (106 min), Disponível em: Plataforma de *Streaming Disney+*.

SHADISH; W. R.; COOK, T. D.; CAMPBELL, D. T. **Experimental and quasi-experimentais designs for generalized causal inference**. Houghton, Mifflin and Company, 2002.

SHUKLA, P.R.; SKEA, K.; BUENDIA, E.C. *et al.* IPCC. **Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land**

management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/srccl/>. Acesso em 17 mar. 2021.

SILVA; A.M.; MEIRELES, F.R.; REBOUÇAS, S.M.; ABREU, M. C.S. Comportamentos ambientalmente responsáveis e sua relação com a educação ambiental. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 1, 2015, pp. 1- 16. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4716/471647050001.pdf>. Acesso em: 21 out. 2021.

SILVA, C.E. da; TEIXEIRA, S. F. Educação Ambiental no Brasil: reflexões a partir da década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (2005-2014). **Educação | Santa Maria**, v. 44, p.1-20, 2019. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5902/1984644436261_pp20. Acesso em: 21 out. 2021.

SILVA, I. D. da; SANADA; E. dos R. Procedimentos metodológicos nas salas de aula do curso de pedagogia: experiências do ensino híbrido. Em: BACICH, L; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

SILVA, S. F. da; NÚÑEZ, I.B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes – reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v.25, n.6b, p. 1197-1203, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000700023>. Acesso em: 18 abr. 2020.

SILVEIRA, D. P. da; SILVA, J. C. S. da. EDITORIAL: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E SUAS INTERFACES COM A TRANSDISCIPLINARIDADE. **Revista Ilustração**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 3–5, 2022. DOI: 10.46550/ilustracao.v3i2.112. Disponível em: <https://journal.editorailustracao.com.br/index.php/ilustracao/article/view/112>. Acesso em: 26 set. 2023.

SLONGO, I.I.P. **A produção acadêmica em ensino de biologia: um estudo a partir de teses e dissertações**. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 364f. 2004.

SLONGO, I.I.P.; DELIZOICOV, D. Um panorama da produção acadêmica em Ensino de Biologia desenvolvida em programas nacionais de pós-graduação. **Investigações em Ensino de Ciências**, n.3, v.11, p. 323-341, 2006. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/486>. Acesso em: 28 ago. 2019.

SLONGO, I.I.P.; DELIZOICOV, D. Teses e dissertações em Ensino de Biologia: uma análise histórico-epistemológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.15, n.2, p. 275-296, 2010. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/296>. Acesso em: 28 ago. 2019.

SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. Investigando a significação de problemas em Sequências de Ensino Investigativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 23, n. 2, p. 104–129, 2018. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2018v23n2p104. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/995>. Acesso em: 26 set. 2023.

SOUZA, M.N.C. “Entre bagagens declaradas e não-declaradas”: um estudo sobre apropriações de autores da Teoria Social Contemporânea na Pesquisa em Educação em

Ciências. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia (UFBA). 516f. 2018.

SOUZA, P. R.; ANDRADE, M. do C. Modelos de Rotação do Ensino Híbrido: estações de trabalho e sala de aula invertida. **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 03-16, 2016. Disponível em: <https://etech.sc.senai.br/revista-cientifica/article/view/773>. Acesso em: 28 mar. 2023.

STERN, P.C. Toward a coherent theory of environmentally significant behavior. **Journal of Social Issues**, v.56, p.407-424, 2000. Disponível em: <https://spssi.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/0022-4537.00175>. Acesso em: 15 nov. 2020.

STERN, P.C. DIETZ, T.; ABEL, T.D.; GUAGNANO, G.A.; KALOF, L. A value-belief-norm theory of support for social movements: The case of environmentalism. **Human Ecology Review**, v.6, p. 81-98, 1999. Disponível em: <https://www.humanecologyreview.org/pastissues/her62/62sternetal.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2020.

TBILISI. **Recomendações da Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental aos Países Membros** (Tbilisi, CEI, de 14 a 26 de outubro de 1977). Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/coea/Tbilisi.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2019.

THE GUARDIAN. **Greta Thunberg meets Justin Trudeau amid climate strikes: 'He is not doing enough'**. Guardian staff and agencies in Montreal. (2019, September 27). <https://www.theguardian.com/environment/2019/sep/27/greta-thunberg-justin-trudeau-meeting-climate-strikes>

TORRES; J.R.; FERRARI, N.; MAESTRELLI, S.R.P. Educação Ambiental crítico-transformadora no contexto escolar: teoria e prática freireana. LOUREIRO, C.F.B; TORRES, J.R. (orgs.). p.13-80. 1 ed. - São Paulo. Cortez, 2014.

TREIN, E. S. Educação ambiental crítica: crítica de quê? **Revista Contemporânea de Educação**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 14, p. 295-308, 2012. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/rce/article/view/1673/1522> Acesso em: 01 out. 2019.

TUCKMAN, B. W.; HARPER, B. E. **Conducting educational research**. 6th ed. Lanham: Rowman & Littlefield, 2012.

UNDRR. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction**. Geneva, Switzerland, 2019. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2019>. Acesso em: 05 dez. 2020.

UNESCO. **A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação**. Brasília: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), ABIPTI, 2003. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ue000207.pdf> Acesso em: 15 nov. 2021.

UNESCO. **Education for Sustainable Development Goals: learning objectives.** Place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, França, e Representação da UNESCO no Brasil. 66p., 2017. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>. Acesso em: 10 dez. 2020.

UNESCO. Framework for the implementation of Education for Sustainable Development (ESD) beyond 2019. General Conference, 40o Session, Paris, 19p. 2019. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261625>. Acesso em: 10 dez. 2020.

UNESCO. **Educação para o Desenvolvimento Sustentável na escola:** caderno introdutório / editado por Tereza Moreira e Rita Silvana Santana dos Santos. – Brasília: Unesco. 72 p., il., 2020. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375076>. Acesso em: 12 jan. 2022.

UNESCO. **Learn for our planet:** a global review of how environmental issues are integrated in education. Paris: UNESCO, 2021. 48p. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377362> Acesso em: 05 nov. 2021.

UNITED NATIONS. **Transforming our world:** the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. New York, 2015. Disponível em: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E. Acesso em: 17 mar. 2021.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDRR); UNIVERSITY OF OXFORD. **Peoples' Climate Vote.** Results. United Nations Development Programme (UNDP), pp.1-67, Acesso em: 19 abril 2021. Disponível em: <https://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/climate-and-disaster-resilience-/The-Peoples-Climate-Vote-Results.html>. Acesso em: Acesso em: 05 dez. 2020.

VAN HAECTH, A. O esquema da reprodução: da escola ao sistema de classes sociais (23-44pp.). Em: VAN HAECTH, A. **Sociologia da educação:** a escola posta à prova. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

VILLAVERDE, A.; SANTANA, A.; LUCE, B.; *et al.* Tipos de pesquisa quanto à abordagem. **Fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa em Educação em Ciências.** Vol. 1 / [org.] Jeferson Rosa Soares... [*et al.*]. – 1.ed. – Curitiba, PR: Bagai, pp.28-39, 2021.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem.** Tradução Jefferson Luiz Camargo. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003a.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente:** o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003b.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia pedagógica.** Porto Alegre: Artmed, 2003c.

WELLER, W. A contribuição de Karl Mannheim para a pesquisa qualitativa: aspectos teóricos e metodológicos. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 7, nº 13, jan/jun 2005, p. 260-300.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-45222005000100011>. Acesso em: 19 jul. 2023.

WISEMAN, M.; BOGNER, F. X. A higher-order model of ecological values and its relationship to personality. **Personality and Individual Differences**, v.34, n.5, p. 783–794, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(02\)00071-5](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(02)00071-5). Acesso em: 28 out. 2020.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Greta Thunberg: Our house is still on fire and you`re fueling the flames**. 21 de janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2020/01/greta-speech-our-house-is-still-on-fire-davos-2020/>. Acesso em: 12 fev. 2021.

WRIGHT, B. D.; LINACRE, J. M. Reasonable mean-square fit values. **Rasch Measurement Transactions**, v.8, n.3:370, 1994. Disponível em: <https://www.rasch.org/rmt/rmt83b.htm>. Acesso em: 29 jun. 2023.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como ensinar**. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZDF. **Klimaschutzgespräch: Thunberg trifft Merkel im Kanzleramt**. Zweites Deutsches Fernsehen. Zweites Deutsches Fernsehen. 10 de janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.zdf.de/nachrichten/politik/treffen-merkel-thunberg-100.html>. Acesso em: 12 fev. 2021.

ZHU, Z., WANG, C.; TAO, J. A Two-Parameter Logistic Extension Model: An Efficient Variant of the Three-Parameter Logistic Model. **Applied Psychological Measurement**, v. 43, n. 6, pp. 449-463, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0146621618800273>. Acesso em: 02 jul. 2023.

7. ANEXOS

7.1 Quadro com o modelo da escala dos Dois Principais Valores Ambientais (2-MEV) nas versões em Alemão e Português, extraída, traduzida e adaptada de Bogner (2007). Durante a aplicação do instrumento, cada afirmativa é apresentada juntamente com a escala Likert de 5 pontos.

ID no banco de dados	Versão original em Alemão	Versão traduzida em Português
Preservação		
MEV_1_1	Um Abfall in der Natur aufzusammeln, würde ich meine Freizeit opfern.	Eu gastaria uma parte do meu tempo livre juntando lixo da natureza.
MEV_1_2	Ich versuche häufig, andere davon zu überzeugen, dass Umweltschutz wichtig ist.	Frequentemente, eu tento convencer outras pessoas que a proteção ambiental é importante.
MEV_1_3	Umweltschutz kostet viel Geld. Ich bin bereit, bei einer Sammlung mitzuhelfen.	A proteção ambiental custa muito dinheiro, mas estou disposto a ajudar em uma campanha de arrecadação de dinheiro.
MEV_1_4	Wenn ich älter bin, werde ich aktiv in einer Naturschutzgruppe mitmachen.	Quando eu for mais velho, vou participar ativamente num grupo de proteção à natureza.
MEV_1_5	Wenn ich einmal Extra-Taschengeld bekomme, werde ich einen Teil an Umweltorganisation spenden.	Se eu receber uma mesada extra, eu vou dar uma parte para uma organização de proteção ambiental.
MEV_1_6	Es macht mir großen Spaß, selbst ins Grüne (Wald, Wiese) hinauszugehen.	Eu me sinto muito bem passeando na natureza (Floresta, Campo).
MEV_1_7	Ich sitze gerne am Rande eines Weihers und beobachte dabei zum Beispiel Libellen.	Eu gosto de sentar na beira de pequenos lagos e ficar observando os animais que vivem nesses lugares.

MEV_1_8	Ich würde gerne wissen, welche Tiere im Wasser leben.	Eu gostaria muito de saber quais peixes e outros animais que vivem na água.
MEV_1_9	Ich spare Wasser und dusche anstatt ein Vollbad zu nehmen.	Eu tento economizar água ao tomar banhos menos demorados ou desligando a água quando eu escovo meus dentes.
MEV_1_10	Ich fühle mich wohl in der Stille der Natur.	Eu me sinto bem no silêncio da natureza.
Utilização		
MEV_2_1	Der Mensch wurde erschaffen, um über den Rest der Natur zu herrschen.	O homem foi criado para reinar sobre o resto da natureza.
MEV_2_2	Die Menschen machen sich über die Umweltverschmutzung zu viele Gedanken.	As pessoas pensam muito sobre poluição ambiental.
MEV_2_3	Wir müssen Wälder abholzen, um möglichst viele Getreidefelder anzulegen.	Para alimentar a população, nós devemos derrubar árvores para possibilitar um número maior de plantações, como por exemplo, de arroz ou trigo.
MEV_2_4	Wir sollten nur nützliche Tiere und Pflanzen schützen.	Nós devemos proteger só os animais e plantas que têm importância econômica.
MEV_2_5	Der Umweltschutz hält oft den Fortschritt auf.	A proteção ambiental frequentemente atrasa o progresso.
MEV_2_6	Menschen sind wichtiger als die anderen Lebewesen.	Os seres humanos são mais importantes que outros seres vivos.
MEV_2_7	Tiere und Pflanzen existieren in erster zum Nutzen der Menschen.	Animais e plantas existem primeiramente para servir ao uso do Homem.
MEV_2_8	Wir müssen Straßen bauen, um in die Natur hinausfahren zu können.	Nós precisamos construir ruas para conseguir chegar até onde está a natureza.

MEV_2_9

Man darf gerne eine geschützte Blume pflücken, wenn viele davon auf einer Stelle wachsen.

Se a flor estiver em um parque com proteção ambiental, eu colho a flor pois ainda existem muitas.

MEV_2_10

Der Mensch braucht sich nicht der Natur anzupassen, sondern kann sie für seine Bedürfnisse ändern.

O Homem não precisa se adaptar à natureza, ao invés disso, ele pode modificá-la para suas necessidades.

7.2 Quadro com o questionário em alemão e português utilizado para coleta de informações sociodemográficas e de participação em protestos do Fridays for Future.

Wie alt sind Sie (in Jahren)?	Qual a sua idade (em anos)?
Welches Geschlecht haben Sie? Weiblich/männlich/divers/möchte keine Angabe machen.	Qual o seu gênero? Feminino/masculino/diverso/ prefiro não responder
In welchem Land leben Sie?	Qual é o seu país de residência?
Wo wohnen Sie? Städtisch/ländlich Schieberegler 0 (ländlich) bis 100 (städtisch)	Qual é o seu local de residência? Deslizar entre 0 (rural) e 100 (urbano)
Wie hoch ist Ihr Bildungsniveau? Gymnasiast/ Student im Grundstudium (Bachelor Level) Student Hauptstudium (Master Student)	Qual o seu nível de escolaridade? Cursando ensino médio/ cursando ensino superior/ Cursando pós-graduação
Wenn Sie ein Student/Studentin sind, was ist Ihr Studiengang?	Se você é um aluno/aluna de graduação, qual é o seu curso?
Welchen Bildungsstand hat Ihre Mutter? Grundschule Gymnasium, Realschule, Hauptschule Hochschulausbildung Hochschulausbildung mit Master und/oder Doktorat Andere	Qual o nível de escolaridade da sua mãe? Ensino Fundamental (Completo ou Incompleto) Ensino Médio (Completo ou Incompleto) Ensino Superior Ensino Superior com pós-graduação Outro

<p>Welchen Bildungsstand hat Ihren Vater? Grundsschule Oberschule Hochschulausbildung Hochschulausbildung mit Master und/oder Doktorat Andere</p>	<p>Qual o nível de escolaridade do seu pai? Ensino Fundamental (Completo ou Incompleto) Ensino Médio (Completo ou Incompleto) Ensino Superior Ensino Superior com pós-graduação Outro</p>
<p>Wie oft nehmen Sie an Umweltdemonstrationen, wie z. B. "Fridays for Future", teil?</p>	<p>Com que frequência você participa das manifestações em defesa do meio ambiente, como por exemplo, "Fridays for Future"?</p>
<p>Ich habe nie teilgenommen</p>	<p>Nunca participei</p>
<p>1-mal</p>	<p>1 vez</p>
<p>2-4-mal</p>	<p>2-4 vezes</p>
<p>5 oder mehr Mal</p>	<p>5 ou mais vezes</p>

7.3 Quadro com questionário sobre conhecimento ambiental, em alemão e português, extraído e adaptado de Geiger, Geiger and Wilhelm (2019) e Roczen et al. (2014). As perguntas estão em negrito e a respostas corretas em itálico.

ID no banco de dados	System-Related Knowledge	
C_1_1	Was ist eine ökologische Nische?	O que é um nicho ecológico?
	Der Ort, an dem eine Tierart die meiste Zeit des Jahres lebt.	O lugar onde determinadas espécies animais vivem mais tempo durante todo o ano.
	<i>Das Zusammenspiel von belebter und unbelebter Natur an einem bestimmten Ort.</i>	<i>A interação dos fatores bióticos e abióticos da natureza em um lugar específico.</i>
	Der Ort, an den Tiere zurückkehren, um ihren Nachwuchs zur Welt zu bringen.	O lugar onde os animais retornam para ter seus filhotes.
	Der Ort, an dem sich Beutetierarten typischerweise verstecken.	O lugar onde espécies predadoras tipicamente se escondem.
C_1_2	Welches Naturphänomen ist <i>nicht</i> auf die fortschreitende Erderwärmung zurückzuführen?	Qual fenômeno natural não é relacionado ao aquecimento global?
	<i>Erdbeben</i>	<i>Terremotos</i>
	Gletscherschmelze	Derretimento glacial
	Meeresspiegelanstieg	Aumento do nível dos oceanos
	Veränderung der Meeresströmungen	Mudanças das correntes oceânicas
C_1_3	Wo befinden sich die tropischen Regenwälder?	Aonde estão localizadas as Florestas Tropicais?
	Südafrika	África do Sul

	Australien/Neuseeland	Austrália/Nova Zelândia
	<i>In einem breiten Gürtel um den Äquator</i>	<i>Em uma grande região ao redor da Linha do Equador</i>
	Europa	Europa
C_1_4	Wenn Bäume verbrannt werden, ... wird produziert.	Se as florestas forem queimadas, é produzido.
	<i>Kohlenstoffgas</i>	<i>Dióxido de carbono</i>
	FCKW (Fluorchlorkohlenwasserstoff)	CFC - Clorofluorcarboneto
	Sauerstoff	Oxigênio
	Stickstoff	Nitrogênio
C_1_5	Was sind die Hauptgründe für die Zerstörung des Regenwaldes?	Qual é a principal explicação para a destruição das Florestas Tropicais?
	Die Kontrolle der Artenvielfalt der Bäume	O controle da biodiversidade de árvores
	Die Erhöhung der Anzahl der indigenen Territorien	O aumento do número de territórios indígenas
	Der Tourismus	Turismo
	<i>Die Nachfrage der reichen und/oder industriellen Länder nach Fleisch und Papier</i>	<i>A demanda de países ricos e/ou industrializados por insumos, como por exemplo, carne e papel</i>
	Action-Related Knowledge	
C_2_6	Welche Handlung hilft nicht, im Alltag Energiekosten zu sparen?	Qual atividade abaixo você acha que não ajuda a economizar energia no dia a dia?
	<i>Wenn geheizt wird, Fenster dauernd gekippt lassen, als kurz ganz zu öffnen.</i>	<i>Tomar banhos quentes muito longos</i>

	Gebäude gut isolieren, v.a. Dächer und Fenster.	Desligar as luzes quando sair de um cômodo
	Gefriergeräte eisfrei halten.	Manter os freezers livres de gelo
	Die Waschmaschine mit eigenem Warmwasseranschluss versehen.	Fechar as portas e janelas do ambiente quando estiver com o ar-condicionado ligado
C_2_7	Welche der folgenden Getränke-packungen ist für die Umwelt am schädlichsten?	Qual das seguintes embalagens de bebidas é a mais nociva para o meio ambiente?
	Glasflasche, Mehrweg	Garrafa de vidro reutilizável
	Plastikflasche (PET), Mehrweg	Garrafa de plástico reutilizável
	<i>Getränkedose</i>	<i>Lata de alumínio</i>
	Getränkkarton (Tetrapak)	Embalagem de papelão (como a de leite, Tetrapak)
C_2_8	Was ist das Übereinkommen von Paris?	O que é o Acordo de Paris?
	Ein Französischs Gesetz zu Erneuerbaren Energien.	Uma lei francesa sobre energias renováveis.
	<i>Die aktuell völkerrechtlich verbindliche Regelung der Treibhausgasemissionen in Industrieländern.</i>	<i>A regulação obrigatória mais atual sobre a redução da emissão de gases de efeito estufa em países industrializados.</i>
	Ein internationales Protokoll über die Folgeschäden die Terroranschläge in Frankreich.	Um protocolo internacional relativo aos danos consequentes de ataques terroristas na França.
	Das für Frankreich gültige, weltweit erste Protokoll zur Regelung des Emissionshandels.	Um protocolo internacional para a regulamentação do comércio de emissões válido para a França.
C_2_9	Was ist die Hauptursache für die zunehmende Nitratbelastung des Grundwassers?	Qual é a principal causa do aumento dos níveis da poluição por nitrato nas águas subterrâneas?

	Der Exzess des Autofahrens	O excesso de carros como meio de transporte
	Industrielle Luftverschmutzung	Poluição do ar industrial
	In Flüsse verklappte Abwässer	Água não-tratada despejada nos rios
	<i>Landwirtschaft</i>	<i>Agricultura</i>
	Effectiveness Knowledge	
C_3_10	In welchem der folgenden Bereiche wird im Alltag am meisten Wasser verbraucht?	Qual atividade abaixo você acha que consome mais água no dia a dia?
	<i>Bei der Toilettenspülung.</i>	<i>Tomar banho</i>
	Beim Essen und Trinken.	Descarga do vaso sanitário
	Beim Geschirr spülen	Lavar a louça
	Beim Wäsche waschen.	Lavar as roupas
C_3_11	Wasch – und Reinigungsmittel sollte man möglichst sparsam verwenden, weil...	Os detergentes e limpadores devem ser utilizados da forma mais parcimoniosa possível, pois:
	Starke Schaumbildung die Waschleistung vermindert.	A espuma intensa reduz o rendimento de lavagem.
	Sie hohe Mengen an Schwermetallen enthalten.	Eles possuem grandes concentrações de metais pesados
	Die Abwasserrohre angegriffen werden.	Pode prejudicar os tubos de esgoto.
	<i>Die Entfernung von diesen Stoffen in der Kläranlage schwierig ist.</i>	<i>A extração dessas substâncias das plantas e sua purificação é um processo difícil.</i>

C_3_12	Wassersparende Duschköpfe verbrauchen ... des Wassers, das herkömmliche Duschköpfe verbrauchen:	Chuveiros para a economia de água consomem até menos do que a água utilizada por chuveiros tradicionais:
	Zehn Prozent	Dez por cento
	Zwanzig Prozent	Vinte Porcento
	<i>Fünzig Prozent</i>	<i>Cinquenta Porcento</i>
	Fünfundsiebzig Prozent	Oitenta Porcento
C_3_13	Jedes Mal, wenn ein Mensch auf die Toilette geht, ... verschwinden Liter Trinkwasser in der Kanalisation.*	A cada vez que uma pessoa usa o banheiro, litros de água potável são utilizados na descarga.
	5 Liter	5 litros
	<i>12 Liter</i>	<i>12 litros</i>
	20 Liter	20 litros
	24 Liter	24 litros
C_3_14	Welches der folgenden Materialien spart beim Recycling am meisten Energie im Vergleich zur Herstellung von neuem Material?	A reciclagem de qual dos seguintes materiais economiza uma maior quantidade de energia, quando comparado com a produção de um novo material?
	Glas	Vidro
	Papier	Papel
	<i>Aluminium</i>	<i>Alumínio</i>
	Kunststoff	Plástico

7.4 Quadro com questionário sobre conhecimento ambiental extraído e adaptado de Geiger, Geiger and Wilhelm (2019) e Roczen et al. (2014) para aplicação no estudo 2 sobre a temática da intervenção didática realizada. As perguntas estão em negrito e a respostas corretas em itálico.

ID no banco de dados	System-Related Knowledge	
C_1_1	O que é Clima?	<input type="checkbox"/> Incidência da radiação solar sobre a superfície terrestre <input type="checkbox"/> são as condições diversas do tempo em um estado momentâneo da atmosfera <input type="checkbox"/> <i>é a média de eventos do tempo ao longo de um período</i> <input type="checkbox"/> aumento ou diminuição da temperatura
C_1_2	Qual fenômeno natural não é relacionado ao aquecimento global?	<input type="checkbox"/> <i>Terremotos</i> <input type="checkbox"/> Derretimento glacial <input type="checkbox"/> Aumento do nível dos oceanos <input type="checkbox"/> Efeito estufa
C_1_3	O que é o Efeito Estufa?	<input type="checkbox"/> é a energia gerada pelos raios solares <input type="checkbox"/> é o aquecimento da atmosfera pela fotossíntese das plantas <input type="checkbox"/> são as consequências da quantidade de oxigênio atmosférico elevado pelo aumento do nível dos oceanos <input type="checkbox"/> <i>é o aquecimento da superfície terrestre devido reabsorção de energia de gases presos na atmosfera</i>
C_1_4	Se as florestas forem queimadas, é produzido.	<input type="checkbox"/> CFC - Clorofluorcarboneto <input type="checkbox"/> <i>Dióxido de carbono</i> <input type="checkbox"/> Oxigênio <input type="checkbox"/> Nitrogênio

C_1_5	Como o uso da terra, mudança no uso da terra e as florestas influenciam o efeito estufa?	<input type="checkbox"/> Com o aumento do número de raízes na terra <input type="checkbox"/> A pecuária e monocultura extensivas permitem diminuir a emissão de dióxido de carbono <input type="checkbox"/> <i>desmatamento através das queimadas possibilita o aumento da liberação de dióxido de carbono para a atmosfera</i> <input type="checkbox"/> Somente influencia quando ocorrem queimadas na floresta
Action-Related Knowledge		
C_2_6	Qual atividade econômica ao lado não contribui para as aumentar as causas e efeitos das mudanças climáticas?	<input type="checkbox"/> Agricultura e pecuária extensivas <input type="checkbox"/> Pesca extensiva e industrial em rios e oceanos <input type="checkbox"/> <i>Agricultura orgânica/familiar/agroflorestas</i> <input type="checkbox"/> Garimpo ilegal
C_2_7	Qual das seguintes embalagens de bebidas é a mais nociva para o meio ambiente?	<input type="checkbox"/> Garrafa de vidro reutilizável <input type="checkbox"/> Garrafa de plástico reutilizável <input type="checkbox"/> <i>Lata de alumínio</i> <input type="checkbox"/> Embalagem de papelão (como a de leite, Tetrapak)
C_2_8	O que é o Acordo de Paris?	<input type="checkbox"/> Uma lei francesa sobre energias renováveis. <input type="checkbox"/> <i>A regulação obrigatória mais atual sobre a redução da emissão de gases de efeito estufa em países industrializados.</i> <input type="checkbox"/> Um protocolo internacional relativo aos danos consequentes de ataques terroristas na França. <input type="checkbox"/> Um protocolo internacional para a regulamentação do comércio de emissões válido para a França.

C_2_9	Qual é a principal causa do aumento dos níveis da poluição por nitrato nas águas subterrâneas?	<input type="checkbox"/> O excesso de carros como meio de transporte <input type="checkbox"/> Poluição do ar industrial <input type="checkbox"/> Água sem tratamento das cidades despejada nos rios <input type="checkbox"/> <i>Uso de fertilizantes e agrotóxicos pela produção agrícola</i>
Effectiveness Knowledge		
C_3_10	Qual atividade abaixo você acha que consome menos água?	<input type="checkbox"/> <i>Uso doméstico</i> <input type="checkbox"/> Agricultura extensiva <input type="checkbox"/> Indústria de bebidas <input type="checkbox"/> Indústria de alimentos
C_3_11	Qual forma de uso do meio de transporte contribui menos para aumentar os gases do efeito estufa?	<input type="checkbox"/> Usar o carro para realizar todos os deslocamentos <input type="checkbox"/> <i>Usar bicicleta para realizar deslocamentos curtos transporte público deslocamentos longos</i> <input type="checkbox"/> Usar o carro para realizar apenas deslocamentos longos <input type="checkbox"/> Usar o transporte público para realizar deslocamentos curtos
C_3_12	Qual atividade abaixo presente no seu cotidiano você acha que não ajuda a frear as causas e efeitos das mudanças climáticas?	<input type="checkbox"/> Consumir alimentos de produtores pequenos, agricultura familiar <input type="checkbox"/> Ingerir proteínas brancas, como por exemplo, frango e peixe <input type="checkbox"/> <i>Ingerir carne de gado (vermelha) todos os dias da semana</i> <input type="checkbox"/> Adotar uma dieta vegana ou vegetariana
C_3_13	A cada vez que uma pessoa usa o banheiro, litros de água potável são utilizados na descarga.	<input type="checkbox"/> 5 litros <input type="checkbox"/> <i>12 litros</i> <input type="checkbox"/> 20 litros <input type="checkbox"/> 24 litros

C_3_14

A reciclagem de qual dos seguintes materiais economiza uma maior quantidade de energia, quando comparado com a produção de um novo material?

- Vidro
- Papel
- Alumínio
- Plástico

7.5 Gráfico de ganho e cobertura arbórea no Brasil de acordo com dados do ano de 2001.



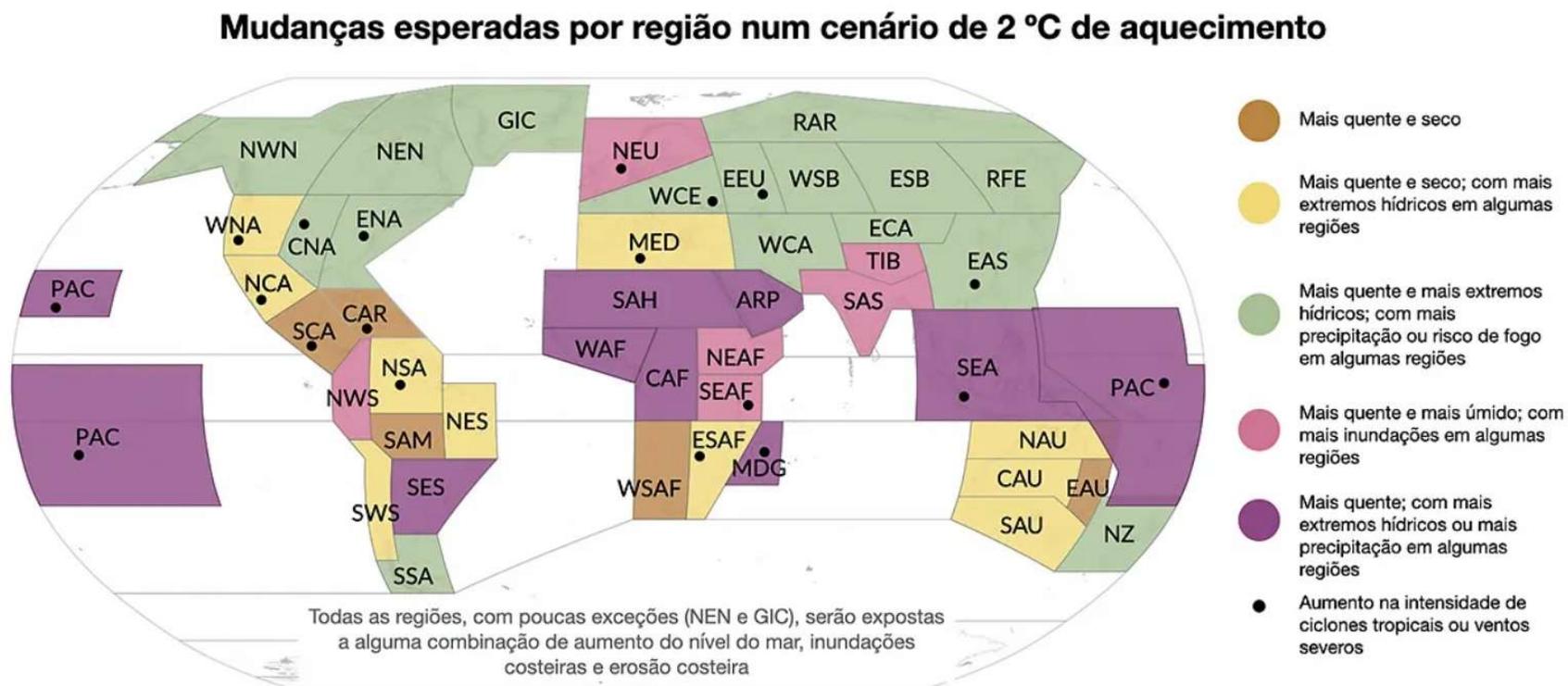
Fonte: extraído de Global Forest Watch (2022).

7.6 Gráfico de ganho e cobertura arbórea no Brasil de acordo com dados do ano de 2021.



Fonte: extraído de Global Forest Watch (2022).

7.7 Gráfico de mudanças climáticas esperadas por região num cenário de aumento da temperatura global.



Fonte: IPCC AR6 WGI / Jornal da USP (adaptado da versão original em inglês)

Fonte: extraído do resumo executivo 6 do relatório do IPCC e adaptado por Alisson (2022).

8. APÊNDICES

8.1 Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)- Pais e Responsáveis que foi utilizado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)-Pais e Responsáveis

Você está sendo convidado(a) a autorizar o seu(sua) filho(a) a participar de uma pesquisa conduzida por Renan de Almeida Barbosa, formado em Ciências Biológicas – Licenciatura pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, ALUNO de DOUTORADO do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências – Associação de IES da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, que está desenvolvendo uma pesquisa inicialmente intitulada “SEQUÊNCIA DE ENSINO CRÍTICO-INVESTIGATIVO EM CIÊNCIAS: REFLEXÕES E PROCEDIMENTOS PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA”, sob a coordenação e supervisão Professor (a) Doutor José Vicente Lima Robaina, professor da Faculdade de Educação, vinculado ao respectivo programa de Pós-Graduação.

Os objetivos desta pesquisa são: executar e avaliar uma sequência de atividades críticas e investigativas de conceitos das Ciências relativos às temáticas ambientais, especificamente sobre as Mudanças Climáticas. Essa sequência terá duração de três aulas em período letivo regular, totalizando três períodos de 45 minutos. Os participantes serão avaliados de acordo com os textos, desenhos, tabelas, etc. que serão requisitados ao longo das atividades. Caso aceite participar da pesquisa e não seja selecionado por sorteio no grupo que participará dessas atividades mencionadas, o(a) estudante participará do segundo grupo, que vai receber aulas com os mesmos conteúdos, porém com o método tradicional de ensino e aprendizagem.

Para realização desta pesquisa, busca-se observar, questionar e entrevistar os(as) participantes nos momentos antes, durante e após a realização da(s) atividades de Ciências previstas e planejadas, considerando as falas, escritas e atitudes provenientes como fonte de dados. Todas essas informações analisadas podem servir de reflexão para potenciais melhorias do ensino e aprendizagem de conhecimentos, atitudes e procedimentos científicos e ambientais nos espaços escolares.

O (a) senhor (a) está sendo convidado a autorizar a participação voluntária de seu(sua) filho(a) nesta pesquisa, na qual vamos buscar minimizar ao máximo os riscos existentes, providenciando abertura para espaços de fala e participação, respeitando as diversas opiniões, sentimentos e percepções, além de retirada de dúvidas, planejando com antecedência os momentos pedagógicos que farão parte dessa pesquisa. No geral, os riscos compreendem possível ansiedade e/ou constrangimento devido e durante a realização da proposta de intervenção didática; ainda assim, todos deverão assinar Termo de Assentimento do Livre e Esclarecido (TALE) acompanhado deste TCLE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinados pelos responsáveis dos estudantes participantes, que deixará claro a opção de abandonar a pesquisa a qualquer momento. A ansiedade e constrangimento se devem ao fato de alteração da rotina escolar, das propostas didáticas, que tencionam ao alterar as expectativas e cotidiano estudantes da pesquisa.

Você e seu(sua) filho(a) têm liberdade de optar/autorizar pela participação na pesquisa e retirar o consentimento/assentimento a qualquer momento. Porém, caso necessite de algum esclarecimento, poderá entrar em contato com o Professor Doutor José Vicente Lima Robaina,

responsável pela realização deste trabalho, através do telefone (51) 3308-3420 ou pelo seguinte endereço Rua Sarmento Leite, 500, Instituto de Ciências Básicas da Saúde - Sala 219ª, Bairro Centro Histórico, Porto Alegre/RS – Brasil, CEP 90050-170.

As atividades realizadas podem ter os seguintes benefícios: alcançar a oportunidade de melhorar o ensino e aprendizagem de conhecimentos, atitudes e procedimentos científicos dos(as) alunos(as) participantes, propiciando momentos pedagógicos motivadores e inovadores. Isso pode ser dar através do entendimento e enfrentamento de problemáticas ambientais locais, regionais, nacionais e/ou globais a serem trabalhadas durante realização das atividades pedagógicas. Além disso, fornecerá um recurso didático para as instituições participantes, bem como a divulgação ampla, online e física, dos materiais e propostas construídas.

Também será garantido o armazenamento sigiloso de seus dados pessoais, bem como de seu(sua) filho(a) ou de qualquer aspecto que possa identificá-los neste trabalho, garantindo a privacidade e anonimato. Manteremos em arquivo, sob nossa guarda, por no mínimo 5 anos, todos os dados e documentos da pesquisa, sendo estes armazenados no Edifício Angra dos Reis, situado no endereço Av. João Pessoa, apartamento 503, nº 1175, Porto Alegre/RS, CEP 90040-001, telefone para contato (51) 99224-0345. Após transcorrido esse período, os mesmos serão destruídos.

Ao final desta pesquisa, todos os dados coletados serão utilizados para a construção de uma TESE DE DOUTORADO, a ser defendida em banca pública no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da UFRGS, além da produção de artigos científicos, trabalhos em congressos científicos, matérias de jornal ou conteúdos de redes sociais, priorizando a divulgação em revistas científicas e organizações científicas respeitadas e meios de comunicação oficiais. Quando terminarmos a pesquisa, os dados serão analisados a fim de verificar qual foi a contribuição da utilização da Sequência de Ensino Crítico-Investigativo para a criação de uma consciência ecológica cidadã e crítica entre os(as) alunos(as) da Escola _____ . Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar ou a pesquisador Renan de Almeida Barbosa. Eu escrevi os telefones na parte de cima desse texto. Os dados e os instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você. Os dados obtidos a partir desta pesquisa não serão usados para outros fins além dos previstos neste documento.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizado na Av. Paulo Gama, 110, sala 317, Prédio Anexo 1 da Reitoria, Campus Centro, Porto Alegre/RS – CEP: 90040-060 – Fone (51) 3308- 3738.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido deverá conter rubrica em todas as folhas e assinado em duas vias, permanecendo uma com você e a outra deverá retornar ao pesquisador.

José Vicente Lima Robaina
Assinatura do pesquisador responsável

Local e data: _____, _____ de _____ 20____.

Declaro que li o TCLE: concordo com o que me foi exposto e autorizo meu(minha) filho(a) _____ a participar da pesquisa proposta.

(Nome completo)

Assinatura do responsável pelo(a) participante

8.2 Modelo de Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) que foi utilizado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS –
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

O termo de assentimento não elimina a necessidade de fazer o termo de consentimento livre e esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

Você está sendo convidado para participar da pesquisa **SEQUÊNCIA DE ENSINO CRÍTICO-INVESTIGATIVO EM CIÊNCIAS: REFLEXÕES E PROCEDIMENTOS PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA**. Seus pais permitiram que você participasse.

Os objetivos desta pesquisa são: executar e avaliar uma sequência de atividades críticas e investigativas de conceitos das Ciências relativos às temáticas ambientais, especificamente sobre as Mudanças Climáticas. Essa sequência terá duração de três aulas em período letivo regular, totalizando três períodos de 45 minutos. Os participantes serão avaliados de acordo com os textos, desenhos, tabelas, etc. que serão requisitados ao longo das atividades. Caso aceite participar da pesquisa e não seja selecionado por sorteio no grupo que participará dessas atividades mencionadas, o(a) estudante participará do segundo grupo, que vai receber aulas com os mesmos conteúdos, porém com o método tradicional de ensino e aprendizagem.

Para realização desta pesquisa, busca-se observar, questionar e entrevistar os(as) participantes nos momentos antes, durante e após a realização da(s) atividades de Ciências previstas e planejadas, considerando as falas, escritas e atitudes provenientes como fonte de dados. Todas essas informações analisadas podem servir de reflexão para potenciais melhorias do ensino e aprendizagem de conhecimentos, atitudes e procedimentos científicos e ambientais nos espaços escolares. Os alunos que irão participar dessa pesquisa têm de **10 a 18** anos de idade.

Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir.

A pesquisa será feita no/a Escola _____, onde os(as) alunos(as) serão submetidos à **questionários, observações, entrevistas e atividades teóricas relacionadas aos conteúdos escolares selecionados, de acordo com a proposta didática previamente debatida e elaborada pelos pesquisadores**. Para isso, será usado/a **um recurso didático chamado Sequência de Ensino Crítico-Investigativo que contemplará aulas teóricas e práticas**. Ainda, será aplicado **um questionário para mensuração das atitudes ambientais e dos conhecimentos dos participantes, aplicados em momentos prévio, imediatamente antes, imediatamente depois e semanas após a execução da Sequência de Ensino Crítico-Investigativo**. vamos buscar minimizar ao máximo os riscos existentes, providenciando abertura para espaços de fala e participação, respeitando as diversas opiniões, sentimentos e percepções, além de retirada de dúvidas, planejando com antecedência os momentos pedagógicos que farão parte dessa pesquisa. No geral, os riscos compreendem possível ansiedade e/ou constrangimento devido e durante a realização da proposta de intervenção didática; ainda assim, todos deverão assinar Termo de Assentimento do Livre e Esclarecido (TALE) acompanhado deste TCLE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinados por você e seus responsáveis, respectivamente, deixando claro a opção de abandonar a pesquisa a qualquer momento. A ansiedade e constrangimento se devem ao fato de alteração da rotina escolar, das propostas didáticas, que tencionam ao alterar as expectativas e cotidiano estudantes da pesquisa. Mas há coisas boas que podem acontecer como **o debate e troca de**

ideias, além de grande nível de aquisição de conhecimento visto que os alunos terão a oportunidade de conhecer e participar de uma proposta enriquecedora de ensino e aprendizagem.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar os adolescentes que participaram da pesquisa. Quando terminarmos a pesquisa, **os dados serão analisados a fim de verificar quais são as atitudes ambientais dos(as) estudantes brasileiros(as) que participaram da pesquisa, bem como qual foi a contribuição da utilização da Sequência de Ensino Crítico-Investigativo para a criação de uma consciência ecológica cidadã e crítica entre os(as) alunos(as) da Colégio Estadual Protásio Alves.** Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar ou a pesquisador **Renan de Almeida Barbosa**. Eu escrevi os telefones na parte de cima desse texto, ou entrar em contato por e-mail através de **renan.barbosa@ufrgs.br**.

Os resultados estarão a sua disponibilidade quando a pesquisa for finalizada. Seu nome ou o material que você produziu não será liberado sem a permissão do seu responsável. Os dados e os instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Responsáveis:

Renan de Almeida Barbosa

(51) 99224-0345

renan.barbosa@ufrgs.br

José Vicente Lima Robaina

(51) 99913-8731

joserobaina1326@gmail.com

Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Local e data: _____, _____ de _____ 20____.

Declaro que li o TALE: concordo com o que me foi exposto e aceito participar da pesquisa proposta.

Assinatura do(a) participante
E-mail (opcional):

Assinatura do pesquisador

8.3 Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)- estudantes maiores de 18 anos que foi utilizado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS –
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) – estudantes maiores de 18 anos

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa conduzida por Renan de Almeida Barbosa, formado em Ciências Biológicas – Licenciatura pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, ALUNO de DOUTORADO do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências – Associação de IES da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, que está desenvolvendo uma pesquisa inicialmente intitulada “SEQUÊNCIA DE ENSINO CRÍTICO-INVESTIGATIVO EM CIÊNCIAS: REFLEXÕES E PROCEDIMENTOS PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA”, sob a coordenação e supervisão Professor (a) Doutor José Vicente Lima Robaina, professor da Faculdade de Educação, vinculado ao respectivo programa de Pós-Graduação.

Os objetivos desta pesquisa são: executar e avaliar uma sequência de atividades críticas e investigativas de conceitos das Ciências relativos às temáticas ambientais, especificamente sobre as Mudanças Climáticas. Essa sequência terá duração de três aulas em período letivo regular, totalizando três períodos de 45 minutos. Os participantes serão avaliados de acordo com os textos, desenhos, tabelas, etc. que serão requisitados ao longo das atividades. Caso aceite participar da pesquisa e não seja selecionado por sorteio no grupo que participará dessas atividades mencionadas, o(a) estudante participará do segundo grupo, que vai receber aulas com os mesmos conteúdos, porém com o método tradicional de ensino e aprendizagem.

Para realização desta pesquisa, busca-se observar, questionar e entrevistar os(as) participantes nos momentos antes, durante e após a realização da(s) atividades de Ciências previstas e planejadas, considerando as falas, escritas e atitudes provenientes como fonte de dados. Todas essas informações analisadas podem servir de reflexão para potenciais melhorias do ensino e aprendizagem de conhecimentos, atitudes e procedimentos científicos e ambientais nos espaços escolares. Os alunos que irão participar dessa pesquisa têm de 10 a 18 anos de idade.

A pesquisa será feita no/a Escola _____, onde os(as) alunos(as) serão submetidos à questionários, observações, entrevistas e atividades teóricas relacionadas aos conteúdos escolares selecionados, de acordo com a proposta didática previamente debatida e elaborada pelos pesquisadores. Para isso, será usado/a um recurso didático chamado Sequência de Ensino Crítico-Investigativo que contemplará aulas teóricas e práticas. Ainda, será aplicado um questionário para mensuração das atitudes ambientais e dos conhecimentos dos participantes, aplicados em momentos prévio, imediatamente antes, imediatamente depois e semanas após a execução da Sequência de Ensino Crítico-Investigativo. vamos buscar minimizar ao máximo os riscos existentes, providenciando abertura para espaços de fala e participação, respeitando as diversas opiniões, sentimentos e percepções, além de retirada de dúvidas, planejando com antecedência os momentos pedagógicos que farão parte dessa pesquisa. Mas há coisas boas que podem acontecer como o debate e troca de ideias, além de grande nível de aquisição de conhecimento visto que os alunos terão a oportunidade de conhecer e participar de uma proposta enriquecedora de ensino e aprendizagem.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar os adolescentes que participaram da pesquisa. Quando terminarmos a pesquisa, os dados serão analisados a fim de verificar quais são as atitudes ambientais dos(as) estudantes brasileiros(as) que participaram da pesquisa, bem como qual foi a contribuição da utilização da Sequência de Ensino Crítico-Investigativo para a criação de uma consciência ecológica cidadã e crítica entre os(as) alunos(as) da Escola _____. Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar ou a pesquisador Renan de Almeida Barbosa. Eu escrevi os telefones na parte de cima desse texto, ou entrar em contato por e-mail através de renan.barbosa@ufrgs.br.

Você está sendo convidado a participar voluntariamente, na qual vamos buscar minimizar ao máximo os riscos existentes, providenciando abertura para espaços de fala e participação, respeitando as diversas opiniões, sentimentos e percepções, além de retirada de dúvidas, planejando com antecedência os momentos pedagógicos que farão parte dessa pesquisa. No geral, os riscos compreendem possível ansiedade e/ou constrangimento devido e durante a realização da proposta de intervenção didática. A ansiedade e constrangimento se devem ao fato de alteração da rotina escolar, das propostas didáticas, que tencionam ao alterar as expectativas e cotidiano dos participantes da pesquisa.

Você tem liberdade de optar pela participação na pesquisa e retirar o consentimento a qualquer momento. Porém, caso necessite de algum esclarecimento, poderá entrar em contato com o Professor Doutor José Vicente Lima Robaina, responsável pela realização deste trabalho, através do telefone (51) 3308-3420 ou pelo seguinte endereço Rua Sarmento Leite, 500, Instituto de Ciências Básicas da Saúde - Sala 219ª, Bairro Centro Histórico, Porto Alegre/RS – Brasil, CEP 90050-170.

As atividades realizadas podem ter os seguintes benefícios: alcançar a oportunidade de melhorar o ensino e aprendizagem de conhecimentos, atitudes e procedimentos científicos dos(as) alunos(as) participantes, propiciando momentos pedagógicos motivadores e inovadores. Isso pode ser dar através do entendimento e enfrentamento de problemáticas ambientais locais, regionais, nacionais e/ou globais a serem trabalhadas durante realização das atividades pedagógicas. Além disso, fornecerá um recurso didático para as instituições participantes, bem como a divulgação ampla, online e física, dos materiais e propostas construídas.

Também será garantido o armazenamento sigiloso de seus dados pessoais ou de qualquer aspecto que possa identificá-los neste trabalho, garantindo a privacidade e anonimato. Manteremos em arquivo, sob nossa guarda, por no mínimo 5 anos, todos os dados e documentos da pesquisa, sendo estes armazenados no Edifício Angra dos Reis, situado no endereço Av. João Pessoa, apartamento 503, nº 1175, Porto Alegre/RS, CEP 90040-001, telefone para contato (51) 99224-0345. Após transcorrido esse período, os mesmos serão destruídos.

Ao final desta pesquisa, todos os dados coletados serão utilizados para a construção de uma TESE DE DOUTORADO, a ser defendida em banca pública no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da UFRGS, além da produção de artigos científicos, trabalhos em congressos científicos, matérias de jornal ou conteúdos de redes sociais, priorizando a divulgação em revistas científicas e organizações científicas respeitadas e meios de comunicação oficiais. Quando terminarmos a pesquisa, os dados serão analisados a fim de verificar qual foi a contribuição da utilização da Sequência de Ensino Crítico-Investigativo para a criação de uma consciência ecológica cidadã e crítica entre os(as) alunos(as) da Escola _____. Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar ou a pesquisador Renan de Almeida Barbosa. Eu escrevi os telefones na parte de cima desse texto. Os dados e os instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você. Os dados obtidos a partir desta pesquisa não serão usados para outros fins além dos previstos neste documento.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizado na Av. Paulo Gama, 110, sala 317, Prédio Anexo 1 da Reitoria, Campus Centro, Porto Alegre/RS – CEP: 90040-060 – Fone (51) 3308- 3738.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido deverá conter rubrica em todas as folhas e assinado em duas vias, permanecendo uma com você e a outra deverá retornar ao pesquisador.

José Vicente Lima Robaina
Assinatura do pesquisador responsável

Local e data: _____, _____ de _____ 20_____.

Declaro que li o TCLE: concordo com o que me foi exposto e autorizo meu(minha) filho(a) a participar da pesquisa proposta.

Assinatura do(a) participante

8.4 Produto da tese 1: manuscrito submetido para avaliação na Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental (REMEA)



As pesquisas sobre atitudes ambientais no campo da Educação em Ciências: um estado do conhecimento

Renan de Almeida Barbosa¹
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0671-6328>

José Vicente Lima Robaina²
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4604-3597>

Resumo: O processo educativo é essencial na formação para o enfrentamento da crise socioambiental, proporcionando momentos de aquisição de conhecimento de maneira ativa, autônoma, reflexiva e coletiva, para o desenvolvimento de atitudes pró-ambientais. O presente artigo teve como objetivo realizar uma revisão do tipo Estado do Conhecimento sobre os conhecimentos produzidos por pesquisas com a temática de atitudes na área da Educação em Ciências. Evidenciou-se a predominância de atitudes ambientais antropocêntricas e/ou utilitaristas, porém, concepções ou visões de mundo mais preocupadas com o meio ambiente podem se beneficiar de participações em atividades de Educação Ambiental. Dessa forma, aponta-se profícuos caminhos de pesquisa para o entendimento de como os(as) estudantes podem se beneficiar em aulas de Ciências ao mesmo tempo em que despertam o interesse pela natureza e sua preservação.

Palavras-chave: Educação em Ciências; Atitudes; Educação Ambiental.

Las investigaciones sobre las actitudes ambientales em el ámbito de la Educación Científica: um estado de conocimiento

Resumen: El proceso educativo es fundamental en la formación para afrontar la crisis socioambiental, proporcionando momentos de adquisición de conocimientos de forma activa, autónoma, reflexiva y colectiva, para el desarrollo de actitudes proambientales. Este artículo tuvo como objetivo realizar una revisión del tipo Estado del Conocimiento sobre el conocimiento producido por la investigación con el tema de las actitudes en el área de la Educación Científica. Se evidenció el predominio de actitudes ambientales antropocéntricas y/o utilitarias, sin embargo, concepciones o cosmovisiones más preocupadas por el medio ambiente pueden

¹ Licenciado em Ciências Biológicas (2017) pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), Mestre (2019) e doutorando em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Membro do Grupo de Pesquisa e Estudos em Educação do Campo e Ciências da Natureza (GPEEC-Natureza). E-mail: renanabh38@gmail.com

² Graduação em Licenciatura Curta em Ciências (1982) e Licenciatura Plena em Química (1985) Pontifícia Universidade Católica-RS, Mestre em Educação (1996) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Doutor em Educação pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Professor de graduação e pós-graduação da UFRGS, Departamento de Ensino e Currículo da Faculdade de Educação (FACED). Coordenador do Grupo de Pesquisa e Estudos em Educação do Campo e Ciências da Natureza (GPEEC-Natureza). E-mail: joserobaina1326@gmail.com

8.5 Produto da tese 2: Resumo expandido aprovado e apresentado no II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação (2020)



2º EnECI – Encontro de Ensino de Ciências por Investigação

Educação em Ciências e Educação Ambiental: aquisição de conhecimento, pensamento crítico e mudança de atitude

Renan de Almeida Barbosa¹, Jeferson Rosa Soares² e José Vicente Lima Robaina³

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, renanabh38@gmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, jsoares77@gmail.com

³Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Departamento de Ensino e Currículo da Faculdade de Educação, joserobaina1326@gmail.com

INTRODUÇÃO

No contexto atual caracterizado pela evidente crise ambiental, destaca-se a Educação Ambiental (EA) como processo educativo perpassa desde o campo científico, político e econômico até a mídia e o senso comum, constituindo importante mecanismo de ressignificação da relação sociedade e natureza, necessitando maior participação da Educação em Ciências (EC) para potencializar os processos de ensino e aprendizagem fornecendo conhecimentos, atitudes e valores que contribuem no entendimento dessa complexa crise ambiental.

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) contempla ações manipulativas e intelectuais, na qual a interação do professor com os alunos será como a de um orientador de pesquisa, levará os alunos a tomarem consciência desses processos cognitivos, potencializando a construção de conhecimentos científicos e o estabelecimento de uma cultura científica escolar (CARVALHO, 2013; SASSERON, 2018). Esses pressupostos teóricos, metodológicos e epistemológicos se mostram importantes devido à sua baixa incidência como pesquisa científica (BARBOSA, 2019), uma vez que proposição de um problema como ponto inicial para a aprendizagem pode estimular os alunos ao raciocínio científico.

Com o intuito de mensurar as atitudes e valores ambientais, fundamentado por um referencial teórico sólido, foi criado o questionário 2-MEV [*Two Major Environmental Value model* (modelo dos Dois Principais Valores Ambientais, tradução do autor)] (BOGNER; WISEMAN, 1999), que compreende vinte questões baseado em fatores de primeira ordem (atitudes) que podem prever fatores de ordem superior (valores). Esses fatores de ordem superior foram categorizados em *Preservation* [(PRE) Preservação] e *Utilization* [(UTL) Utilização], sendo que PRE descreve “a bio-centric dimension that reflects conservation and protection of the environment”; por outro lado, UTL “an anthropocentric dimension that

8.6 Produto da tese 3: Artigo publicado na Revista Insignare Scientia (RIS)



Resumo: O presente ensaio teve como objetivo refletir sobre as questões de socialização enquanto processo intrínseco da constituição individual e coletiva dos sujeitos e suas interações entre si, tendo como enfoque o processo educativo e o sistema de ensino. Especificamente, debate-se a proposta de Educação Social em uma sociedade democrática planejada com bases na ideia de cooperação defendida por Karl Mannheim. Nesse sentido, argumenta-se que a prática educativa condizente com uma sociedade progressista deve preparar as novas gerações para a participação social através do conhecimento científico contextualizado com os conhecimentos cotidianos, incorporados às dimensões atitudinais e comportamentais pautadas em valores democráticos.

Palavras-chave: Educação em Ciências; Educação Ambiental; Sociologia da Educação; Karl Mannheim.

Abstract: The purpose of this essay was to reflect on the issues of socialization as an intrinsic process of the individual and collective constitution of the subjects and their interactions with each other, focusing on the educational process and the educational system. Notably, the proposal for Social Education in a planned democratic society is debated based on the idea of cooperation defended by Karl Mannheim. Thus, it is argued that the educational practice consistent with a progressive society should prepare the new

Recebido em: 17/12/2020

Aceito em: 19/06/2021

137

8.7 Produto da tese 4: Manuscrito submetido para avaliação na Revista Vidya

- 1 -



VOZES
DOS VALES
Publicações Acadêmicas UFVJM



Ministério da Educação – Brasil
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Minas Gerais – Brasil
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas
ISSN: 2238-6424
QUALIS/CAPES – LATINDEX
Nº. 21 – Ano XI – 05/2022
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

Conhecimentos ambientais sobre problemas ambientais e aulas investigativas de ciências: um estudo a partir de evidências do PISA 2015

Me. Renan de Almeida Barbosa
Mestre em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Brasil
Doutorando em Educação em Ciências na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
<http://lattes.cnpq.br/3046410917558953>
E-mail: renan.barbosa@ufrgs.br

Dr. José Vicente Lima Robaina
Doutor em Educação pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS – Brasil
Professor de Graduação e Pós-graduação na Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Departamento de Ensino e Currículo da Faculdade de Educação – FACED/UFRGS
<http://lattes.cnpq.br/6296765931808947>
E-mail: joserobaina1326@gmail.com

Resumo: Os conhecimentos ambientais são importantes para a percepção de problemas ambientais, bem como as atitudes e comportamento ambiental. O Ensino de Ciências por Investigação potencializa os conhecimentos ambientais ao promover o ensino e aprendizagem de conceitos científicos. O objetivo do presente estudo foi verificar a relação das variâncias entre o nível de conhecimento ambiental sobre diversas problemáticas ambientais e a quantidade de aulas investigativas na disciplina de Ciências. Utilizou-se dos dados do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) coletados para o ano de 2015 estudantes brasileiros de 15 anos de idade, do 7º ao 12º nível escolar (média do nível escolar de $10\text{o} \pm 1.1$) de 841 escolas das 27 unidades federativas do Brasil. Optou-se pelas variáveis sobre conhecimento ambiental de sete diferentes problemas ambientais e a quantidade de aulas investigativas em Ciências, empregando análise de variância (ANOVA) de

Revista Vozes dos Vales – UFVJM – MG – Brasil – Nº 21 – Ano XI – 05/2022
Reg.: 120.2.095-2011 – UFVJM – QUALIS/CAPES – LATINDEX – ISSN: 2238-6424 – www.ufvjm.edu.br/vozes

8.8 Produto da tese 5: Artigo aprovado no periódico Sustainability

Article

Values and Environmental Knowledge of Student Participants of Climate Strikes: A Comparative Perspective between Brazil and Germany

Renan de Almeida Barbosa ^{1,*} , Christoph Randler ^{2,*}  and José Vicente Lima Robaina ³

¹ Graduate Program in Science Education, Federal University of Rio Grande do Sul, R. Ramiro Barcelos, 2600-Adjacent Building, Porto Alegre BR-90035-003, Brazil

² Department of Biology, University of Tuebingen, Morgenstelle 24, D-72076 Tuebingen, Germany

³ Department of Teaching and Curriculum, Federal University of Rio Grande do Sul, Av. Paulo Gama 110, Porto Alegre BR-90040-001, Brazil; jose.robaina@ufrgs.br

* Correspondence: renan.barbosa@ufrgs.br (R.d.A.B.); christoph.randler@uni-tuebingen.de (C.R.)

Abstract: Climate change and its consequences have called for actions to mitigate it, triggering society to act and speak out about sustainability policies. Movements like Fridays for Future (FFF) spread beyond the young people pressed for action to combat climate change. The present study aimed to (1) assess the environmental attitudes (EA) and knowledge (EK) of Brazilian and German students and (2) verify whether the frequency of participation in climate strikes changes according to these EA and EK. A total of 658 students participated in our study, 327 from Germany and 331 from Brazil (mean age 25.21 ± 7.91). We applied the Two Major Environmental Values (2-MEV) model and three-dimensional questionnaires to measure EA and EK, respectively. We applied a multivariate general linear model to assess the influence of the variables simultaneously. FFF participation is affected by EA, with strikers showing higher Preservation (PRE) and lower Utilization (UTL) scores; furthermore, our findings suggest that EK affects FFF participation, specifically system-related knowledge. The study adds to the increasing number of validations of the 2-MEV model in different languages and cultures and discusses the differences of EA and EK in student strikers and non-strikers between both countries.

Keywords: environmental attitudes; environmental knowledge; Fridays for Future; 2-MEV; collective action; climate change



Citation: de Almeida Barbosa, R.; Randler, C.; Robaina, J.V.L. Values and Environmental Knowledge of Student Participants of Climate Strikes: A Comparative Perspective between Brazil and Germany. *Sustainability* **2021**, *13*, 8010. <https://doi.org/10.3390/su13148010>

Academic Editor: C. Ronald Carroll

Received: 30 April 2021

Accepted: 14 July 2021

Published: 17 July 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

The debate about climate change and its consequences has called for actions to mitigate it year after year, triggering society to act and speak out about the environmental impact of humans on the planet. We are witnessing different environmental hazards, such as major floods, uncontrollable wildfires, deforestation of rainforests, and melting glaciers, that impact biodiversity and human life [1,2]. The environmental crisis has gained prominence beyond climate scientists and environmental education classes because it affects regions distributed around the six continents—although with considerable impacts on developing countries [3].

In 2018, a young Swedish high school student named Greta Thunberg used her civil rights to skip school on Fridays and stand in front of Sweden's parliament to pressure political actors to take action for climate change mitigation [4]. Initially solitary, this protest infected thousands of young people around the world, creating a movement that spread beyond the young people who began to protest to press for action to combat climate change [5]. With this diversification of actors, organizations, and forms of protest, these demonstrations have now reached a total of 18,919 protests in more than 150 different countries around the globe [5,6].

8.9 Produto da tese 6: Artigo apresentado no XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) 2023



Como ocorrem os indicadores da Alfabetização Científica durante a aplicação da metodologia de Rotação por Estações sobre o tema das mudanças climáticas?

How do the indicators of Scientific Literacy occur when applying the Station-Rotation Model on the topic of climate change?

Resumo

As mudanças climáticas globais (MCG) alertam para a urgência de ações para seu enfrentamento e, como processos educativos importantes nesse contexto, a Educação em Ciências e a Educação Ambiental se potencializam no objetivo da Alfabetização Científica (AC) dos indivíduos. O presente estudo teve como objetivo a execução e análise de uma Rotação por Estações (REP) como metodologia estruturante para a AC sobre a as MCG. Classifica-se como um estudo de caso de caráter exploratório-descritivo, realizado em uma escola pública da cidade de Porto Alegre (RS). No total, quarenta e seis estudantes participaram do estudo, com idade entre 15 a 18 anos, que tiveram seus registros textuais analisados de acordo com os Indicadores da Alfabetização Científica (IAC) (SASSERON; CARVALHO, 2008). Os resultados sugerem que os(as) estudantes realizaram a seleção e tratamento de dados, a estruturação do pensamento e o entendimento da situação analisada através das problemáticas propostas e investigadas na REP.

Palavras chave: Cultura Científica Escolar; Ensino de Ciências por Investigação. Metodologias Ativas.

Abstract

Global climate change (GCC) highlights the urgency of actions to address it and, in this context, Science Education and Environmental Education are important educational processes empowered with the goal of Scientific Literacy (SL) of individuals. The present study aimed at the development and analysis of a Station-Rotation Model (SRM) as a structuring methodology for SL about the issue of GCC. Characterized as an exploratory-descriptive case study, it was performed in a public school in the city of Porto Alegre (RS). In total, forty-six students participated in the study, aged between 15 and 18 years, who had their textual records analyzed using the Indicators of Scientific Literacy (ISL) (SASSERON; CARVALHO, 2008). The results suggest that the students carried the selection and processing of data, the structuring of thought, and the understanding of the situation analyzed through the problems proposed and investigated in the SRM.

8.11 Produto da tese 8: Resumo expandido apresentado no II Encontro Interinstitucional do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências 2023



Um teste de conhecimento ambiental como ferramenta avaliativa na Educação em Ciências

Renan de Almeida Barbosa

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
renanabh38@gmail.com

José Vicente Lima Robaina

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
joserobaina1326@gmail.com

Resumo

A interconexão entre a Educação Ambiental (EA) e a Educação em Ciências (EC) pode contribuir como um mecanismo de mudança de comportamentos da sociedade em relação ao meio ambiente, embora uma mudança de atitude e ganho de conhecimento não levará diretamente a uma mudança de comportamento, evidenciando que tais aspectos ainda devem ser investigados devido sua importância socioeducativa e cultural (KOLLMUSS; AGYEMAN, 2002; LOUREIRO, 2019). O fator cognitivo do conhecimento é importante para o comportamento ambiental e se divide em três dimensões: conhecimento Relacionado ao Sistema (RSI), conhecimento Relacionado à Ação (RAC) e conhecimento Sobre a Eficácia (EFI) (KAISER; FUHRER, 2003; KAISER; ROCZEN; BOGNER, 2008). Em um recorte do projeto de tese de doutorado, esse trabalho apresenta os resultados psicométricos do teste de conhecimento ambiental (TCA) aplicado para avaliação de uma intervenção didática sobre Mudanças Climáticas (MC). O TCA foi extraído de Roczen et al. (2014) e Geiger, Geiger e Wilhelm (2019) e possui quatorze itens que abordam todas as dimensões do conhecimento ambiental. O TCA foi aplicado junto a 242 estudantes do nível fundamental (EF) e médio (EM) de escolas públicas da Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Foram aplicados testes estatísticos para verificar a validade e confiabilidade do TCA a partir dos pressupostos psicométricos do modelo de Rasch (MR) (1960). O MR é um modelo probabilístico e seu objetivo é mensurar a habilidade de respondentes e o nível médio de dificuldade de cada item do teste através de testes de verossimilhança. No MR, os dados obtidos empiricamente se ajustam às respostas esperadas teoricamente, e para tanto, calculam-se os coeficientes *infit* e *outfit* através da média quadrática. O coeficiente *infit* revela se um item fácil recebe mais respostas corretas do que um item difícil; o coeficiente *outfit* demonstra itens ou respondentes que destoam dos dados empíricos sendo que, para ambos, considera-se valores aceitáveis entre 0.5 e 1.5 (LINACRE, 2009). Os cálculos e análises estatísticas foram realizadas no software R versão 4.3.0 (R CORE TEAM, 2023) através dos pacotes *rasch*, *ltm* e *tam*. Os coeficientes *outfit* para o TCA utilizado na pesquisa variaram entre 0.841 e 1.510 e os coeficientes *infit* variaram entre 0.872 e 1.145 e, portanto, considerados bons para a mensuração do construto psicológico investigado (WRIGHT; LINACRE, 1994). Os resultados sugerem que todos os itens se ajustaram ao MR, apresentando distribuição aceitável entre as diferentes perguntas do TCA e, portanto, fidedignidade adequada com diferentes níveis de dificuldade. O

8.12 Produto da tese 9: Capítulo publicado no e-book “Debates em Educação em Ciências: desafios e possibilidades” (2023)

