



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Florence Mendez Casariego

Pode um terrário nos falar sobre a composição do mundo comum? Um estudo sobre atividades práticas e experimentais no ensino de ciências

Rio de Janeiro

2026

Florence Mendez Casariego

Pode um terrário nos falar sobre a composição do mundo comum? Um estudo sobre atividades práticas e experimentais no ensino de ciências

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora, ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Angelo Fortunato

Rio de Janeiro

2026

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

C794 Casariego, Florence Mendez.

Pode um terrário nos falar sobre a composição do mundo comum? Um estudo sobre atividades práticas e experimentais no ensino de ciências / Florence Mendez Casariego. - 2026.

437 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Angelo Fortunato.

Tese (Doutorado em Meio Ambiente) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

CDU 502.4

Márcia França Ribeiro CRB7/3669 - Bibliotecária responsável pela elaboração da ficha catalográfica

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.



Assinatura

06/10/2026

Data

Florence Mendez Casariego

Pode um território nos falar sobre a composição do mundo comum? Um estudo sobre atividades práticas e experimentais no ensino de ciências

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora, ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Meio Ambiente.

Aprovada em 11 de fevereiro de 2026.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Rafael Angelo Fortunato (Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente (PPGMA)

Profª. Dra. Clara Carvalho de Lemos
Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente (PPGMA)

Professora Dra. Paula Cid Lopes
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Profª. Dra. Mônica de Souza Corrêa
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Profª. Dra. Débora Mury Alves Chueiri
Universidade Católica de Petrópolis (UCP)

Rio de Janeiro

2026

DEDICATÓRIA

**Dedico este trabalho de tese ao meu pai, Fernando Mendez Casariego, meu melhor
amigo, meu maior fã e incentivador.**

AGRADECIMENTOS

Expresso minha profunda gratidão e carinho, de todo meu coração, a todas/os que contribuíram para a elaboração desta pesquisa e para a conclusão desta tese de doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que forneceu financiamento durante o Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE), realizado no período de setembro a novembro de 2024, no Centro de Investigação em Sociologia Económica e das Organizações, da Lisbon School of Economics & Management (ISEG) da Universidade de Lisboa. Muito obrigada por proporcionarem a maior e melhor experiência da minha vida.

À direção e coordenação da Faculdade de Educação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), a todos os meus queridos colegas, principalmente os professores Phelipe Florez e Paula Cid, muito obrigada pelo incentivo, pela torcida e por sempre acreditarem no meu trabalho. Vocês são casa e morada.

Aos meus alunos, que são o ponto de partida, a trajetória e a linha de chegada. Obrigada por andarem junto comigo, sempre de mãos dadas, tecendo nossa história na educação pública e no mundo. Amo cada um de vocês, de uma forma única e especial.

EPIÍGRAFE

O Terrário tem vida: uma teia híbrida da existência no mundo

No pote de vidro, um mundo se desdobra,
Onde a vida pulsa, em teia que é obra.
Cactos, suculentas, em formas e cores mil,
Insetos, minhocas, larvas, em seu sutil perfil.
Bactérias, fungos, tecendo seu lugar,
Um coletivo em ação, a nos maravilhar.
Moléculas de água, oxigênio a circular,
Gás carbônico, nitrogênio, para o verde brotar.
O solo, nutrientes, cascalho, areia, carvão,
O pote de vidro, e a colher, cada um com sua função.
Ora, se não é a modernidade querendo nos purificar,
Como se nós, não fôssemos natureza,
Uma fronteira moderna de pura incerteza.

Mas tudo é natureza, em perpétuo enredar.
Se permeando, misturando, a se transbordar,
Numa rede sociotécnica em constante devir,
Onde o social se (re)tece, em dinâmico porvir.
Com a desierarquização dos saberes, a romper a ilusão,
Das hierarquias que a modernidade impôs à visão.
Um novo óculos convida, a olhar sem demora,
Sem categorias prévias, que a complexidade ignora,
Para a riqueza das associações, que a vida afora,
Onde híbridos se enlaçam, em mundo que se compõe e colabora.

O terrário pulsa, ele fala, ele grita!

Em seu funcionamento, a controvérsia se agita.
Panes e desvios, o caminho a mostrar,
Como a estabilidade depende do interligar.
Na negociação constante, onde o fato e o interesse,
Se entrelaçam, borrando as fronteiras que o moderno tece.
Desvelando os multiversos que a controvérsia suscita,
Uma mirada sem pressa, que o olhar cartesiano evita.
O multiverso em cada parte, a se articular,
Do pote da avó, a politemporalidade aflora,
Memórias familiares, tempos que a modernidade ignora.
Do local-global entrelaçado, sem separação,
A pandemia, a UERJ, o planeta, em profunda união.
A montagem do terrário, um ato de tradução,
De saberes, interesses, em reconfiguração.
Escolhas e adaptações, frente a cada desvio,
A rede se estende, em seu vasto fio.
O terrário, então, revela sua alma em expansão,
Um convite à ciência da associação,
Um mundo a ser composto, em incessante criação.

(Autora: Florence Mendez Casariego)

RESUMO

CASARIEGO, Florence Mendez. *Pode um terrário nos falar sobre a composição do mundo comum? Um estudo sobre atividades práticas e experimentais no ensino de ciências*. 2026. Tese (Doutorado em Meio Ambiente) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2026.

Esta pesquisa de tese investiga a contribuição para a compreensão da sociedade científica e técnica da qual fazemos parte, a partir do estudo da noção de alfabetização científico-tecnológica (ACT) praticada na elaboração de um terrário fechado pelos estudantes de graduação da UERJ durante a pandemia da COVID-19 na disciplina “ciência e educação em ciência” (lecionada em 2021). Como a descrição da rede sociotécnica do terrário contribui para composição do mundo comum na educação pública? A Teoria Ator-Rede (TAR), conforme proposta por Bruno Latour (2021; 2020; 2017; 2016; 2012; 1994), é utilizada nesta pesquisa como abordagem teórico-metodológica em busca de redefinir a noção de "social" e compreender como as associações entre humanos e não-humanos, sujeitos e objetos, constituem e sustentam a realidade. Esta abordagem metodológica nos convida a seguir os atores híbridos, entidades que misturam elementos tradicionalmente separados. Para questionar as dicotomias modernas que criam duas zonas ontológicas distintas (LATOUR, 1994), consideramos o terrário um ator híbrido de naturezas-culturas, que não se encaixa nas categorias tradicionais da modernidade. A partir desta pesquisa, buscamos mapear pistas de que o terrário mistura reações químicas, fenômenos biológicos, ecológicos, relações políticas, emoções, descobertas, tecnologias, técnicas, tecendo um enredo complexo que conecta múltiplos atores, humanos e não-humanos. Em diálogo com a noção-chave de “desierarquização de saberes” proposta pela ANT, ao reconhecer os híbridos, buscamos questionar as hierarquias estabelecidas pela modernidade e a excessiva autonomia das áreas do conhecimento pautadas na separação entre natureza e cultura, revelando que as fronteiras entre esses domínios são fluidas e socialmente construídas. As noções-chave da ANT, como desierarquização de saberes, hibridização, tradução, temporalidade, o entrelaçamento local-global, inscrições e os papéis de mediadores e intermediários, são utilizadas para rastrear as dinâmicas da rede sociotécnica do terrário. Os dados foram coletados por meio dos "diários de bordo" confeccionados pelos estudantes (APÊNDICE E), que incluíam fotografias, textos, relatos, poemas, desenhos e vídeos. Paralelamente, foi realizado um

levantamento bibliográfico em quatro periódicos brasileiros de ensino de ciências (Ciência & Educação, Ensaio, Investigações em Ensino de Ciências e RBPEC) no período de 2010 a 2024. Foram identificados 97 artigos por meio das expressões "atividades práticas", "experimentação" e "laboratório". A análise desses artigos considerou sua distribuição temporal, nível de ensino, área disciplinar, instituição e o tipo de estudo (revisão bibliográfica ou relato de experiência). As conclusões da tese reforçam a contribuição da pesquisa para a compreensão da sociedade científica e técnica, fomentando a democracia digital e a justiça social na educação pública, especialmente frente a cenários de incerteza como a pandemia. O território é apresentado como um ator híbrido que desafia as dicotomias modernas, evidenciando a natureza sociotécnica do conhecimento científico e as implicações éticas e políticas inerentes à educação em ciências. As controvérsias são valorizadas como elementos pedagógicos que estimulam a investigação e a autonomia. A pesquisa evidencia que sempre estivemos interligados em redes híbridas de humanos e não-humanos, e que é essencial abandonar as visões hierárquicas do conhecimento para "reagrupar o social" e fomentar uma educação em ciência mais democrática e inclusiva.

Palavras-chave: Experimentação; Educação em Ciências; Teoria Ator-Rede; Sociologia do conhecimento

ABSTRACT

CASARIEGO, Florence Mendez. *Can a terrarium tell us about the composition of the ordinary world? A study of practical and experimental activities in science education*. 2026. Tese (Doutorado em Meio Ambiente) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2026.

This dissertation research investigates the contribution to understanding the scientific and technical society of which we are a part, based on the study of the notion of scientific-technological literacy (SCT) practiced in the development of a closed terrarium by undergraduate students at UERJ during the COVID-19 pandemic in the course "Science and Science Education" (taught in 2021). How does the description of the terrarium's sociotechnical network contribute to the composition of the common world in public education? Actor-Network Theory (ANT), as proposed by Bruno Latour (2021; 2020; 2017; 2016; 2012; 1994), is used in this research as a theoretical-methodological approach seeking to redefine the notion of "social" and understand how the associations between humans and non-humans, subjects and objects, specific and sustain reality. This methodological approach invites us to follow hybrid engines, entities that blend traditionally separate elements. To question the modern dichotomies that create two distinct ontological zones (LATOUR, 1994), we consider the terrarium a hybrid actor of natures and cultures, which does not fit into the traditional categories of modernity. Based on this research, we seek to map clues that the terrarium blends chemical reactions, biological and ecological phenomena, political relations, emotions, discoveries, technologies, and techniques, weaving a complex plot that connects multiple actors, both human and non-human. In dialogue with the key notion of "dehierarchization of knowledge" proposed by ANT, by recognizing hybrids, we seek to question the hierarchies established by modernity and the excessive autonomy of areas of knowledge based on the separation of nature and culture, revealing that the boundaries between these domains are fluid and socially constructed. Key notions of ANT, such as dehierarchization of knowledge, hybridization, translation, polytemporality, local-global entanglement, inscriptions and the roles of mediators and intermediaries, are used to trace the dynamics of the terrarium's sociotechnical network. Data were collected through student logbooks, which included photographs, texts, stories, poems, drawings, and videos. A parallel bibliographic survey was conducted in four Brazilian science education journals (Ciência &

Educação, Ensaio, Investigações em Ensino de Ciências, and RBPEC) spanning the period 2010 to 2024. Ninety-seven articles were identified using the terms "practical activities," "experimentation," and "laboratory." The analysis of these articles considered their temporal distribution, teaching level, subject area, institution, and type of study (literature review or experience report). The thesis's conclusions reinforce the research's contribution to understanding the scientific and technological community, fostering digital democracy and social justice in public education, especially in uncertain times such as the pandemic. The terrarium is presented as a hybrid actor that challenges modern dichotomies, highlighting the sociotechnical nature of scientific knowledge and the ethical and political implications inherent in science education. Controversies are valued as pedagogical elements that stimulate inquiry and autonomy. Research shows that we have always been interconnected in hybrid networks of humans and nonhumans, and that it is essential to abandon hierarchical views of knowledge to "regroup the social" and foster a more democratic and inclusive science education.

Keywords: Experimentation; Science Education; Actor-Network Theory; Sociology of Knowledge.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Como cultivar uma mini floresta usando o método Miyawaki	32
Figura 2 - Confecção dos potes com sementes de espécies da mini floresta e cartão informativo distribuídos para os participantes do workshop de compostagem.....	35
Figura 3 - Participantes da oficina separando o material orgânico utilizado na elaboração da composteira seca da mini floresta do ISEG.....	36
Figura 4 - Elaboração das camadas da composteira seca com os resíduos orgânicos da mini floresta do ISEG.....	37
Figura 5 - Construção coletiva das camadas alternadas da composteira seca com os resíduos orgânicos da mini floresta do ISEG.....	38
Figura 6 - Noções-chave da ANT utilizadas para mapear a cartografia de controvérsias do terrário.....	82
Figura 7 - Exercício de cosmograma do terrário: em busca da composição de um mundo comum na educação pública.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Levantamento das pesquisas brasileiras referentes às atividades práticas e experimentação no Brasil.....	52
Tabela 2 - Níveis de ensino e temas que as atividades de experimentação presentes nas pesquisas analisadas no levantamento bibliográfico.....	55
Tabela 3 - Distribuição da produção acadêmica brasileira sobre as atividades práticas e experimentação no ensino de Ciências por instituição e região.....	59
Tabela 4 - Objetivos e abordagens metodológicas nas pesquisas brasileiras sobre experimentação no Brasil.....	61

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
1 DA FORMIGA MÍOPE À AGÊNCIA DO TERRÁRIO: POSSÍVEIS DIÁLOGOS E AS INCERTEZAS DA PESQUISA ANT EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS.....	16
1.1 O que dizem as pesquisas brasileiras sobre experimentação no Ensino de Ciências e Biologia? Os artigos falam!.....	25
1.2 O terrário como ator híbrido: ensino por investigação, alfabetização científica-tecnológica e questões sociocientíficas.....	27
1.3 O terrário, a composteira e a cosmopolítica: diálogos híbridos na crise plural em busca da composição do mundo comum.....	30
1.4 Articulando caminhos em busca da composição do mundo comum.....	40
1.5 Reunindo os botões.....	48
2 MAPEANDO AS CONTROVÉRSIAS: ESCOLHAS METODOLÓGICAS PARA O LEVANTAMENTO DA EXPERIMENTAÇÃO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO BRASIL (2010-2024).....	49
2.1 Rastreamento de pistas: o desenho metodológico para a cartografia da produção brasileira sobre experimentação.....	51
2.2 Resultados do levantamento bibliográfico: tendências, virada discursiva e o impacto da pandemia na experimentação em educação em ciências.....	72
3 COMO TRANSFORMAR A SALA DE AULA EM UM LABORATÓRIO A CÉU ABERTO? UMA JORNADA EM BUSCA DA COMPOSIÇÃO DO MUNDO COMUM NA EDUCAÇÃO PÚBLICA.....	77
3.1 Fundamentos da teoria ator-rede (ANT): como rastrear as controvérsias como uma formiga míope, sem pressa?.....	80
3.2 Mapeando a cartografia de controvérsias da rede sociotécnica do terrário.....	83

CONSIDERAÇÕES (QUASE) FINAIS.....	99
DA FORMIGA MÍOPE À AGÊNCIA DO TERRÁRIO: UM DIÁLOGO SOBRE AS INCERTEZAS DA PESQUISA ANT EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS.....	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113

APÊNDICES

Apêndice A - Roteiro de Experimentação para elaboração do terrário durante a disciplina Ciência e Educação em Ciência lecionada no PAE 3 (2021).....	103
Apêndice B - Cronograma com unidades temáticas, datas e professores responsáveis da disciplina Ciência e Educação em Ciência.....	107
Apêndice C - Cronograma detalhado da disciplina Ciência e Educação em Ciência elaborado durante a pandemia da COVID-19 no PAE 3.....	115
Apêndice D - Texto Desvendando o terrário - com ilustrações e passo-a-passo para elaboração do experimento (divulgação científica).....	118
Apêndice E - Recortes dos diários de campo, registros, relatos, feedbacks e múltiplas narrativas a partir da vivência do terrário.....	123
APÊNDICE F - Planejamento didático da oficina de elaboração da composteira seca na mini floresta do Instituto de Economia e Gestão da Universidade de Lisboa (ISEG)....	145
APÊNDICE G - Material didático dos ciclos biogeoquímicos que ocorrem na composteira seca do ISEG que foi distribuído para os participantes da oficina.....	149
APÊNDICE H - Material pedagógico informativo sobre o processo de decomposição que foi distribuído para os participantes da oficina de compostagem no ISEG.....	151

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa de tese tem como objetivo principal contribuir para a compreensão da sociedade científica e técnica da qual fazemos parte a partir do estudo da noção de alfabetização científico-tecnológica (ACT) praticada na elaboração do terrário pelos estudantes de graduação da UERJ durante a pandemia da COVID-19 na disciplina “ciência e educação em ciência” (lecionada em 2021). Como a descrição da rede sociotécnica do terrário contribui para composição do mundo comum na educação pública?

A pandemia da COVID-19 evidenciou os diversos desafios impostos ao ensino presencial e a necessidade de reinventar as práticas docentes, especialmente no que se refere à experimentação em educação em ciências. Ao longo do semestre letivo em 2021, a disciplina em questão utilizou a confecção do experimento do terrário como uma alternativa pedagógica para o isolamento social no período acadêmico emergencial (PAE) na UERJ, propondo a transformação da casa dos estudantes em "laboratórios a céu aberto".

A Teoria Ator-Rede (TAR/ANT), conforme proposta por Bruno Latour (2021; 2020; 2017; 2016; 2012; 1994), é a abordagem teórico-metodológica utilizada nesta pesquisa. É um convite para olhar para a realidade com outro óculos metodológico e descrever as associações entre os atores de uma rede complexa, como uma "formiga míope viajante", e a questionar as dicotomias modernas entre natureza e cultura, sujeito e objeto. Neste estudo sociotécnico, o terrário é rastreado como um ator híbrido de naturezas-culturas, cuja descrição detalhada da complexa mistura entre elementos bióticos, abióticos, técnicos e científicos será apresentada no Capítulo 3, em diálogo com as noções-chave da ANT.

Busca-se então, nos próximos capítulos, mapear pistas que evidenciam o potencial híbrido do atores da rede, dialogando com as noções-chave da ANT, como a desierarquização de saberes, a hibridização, a tradução, a politemporalidade e o entrelaçamento local-global. Estes são utilizados nesta pesquisa para traçar e descrever a dinâmica da rede sociotécnica do experimento em questão. A fundamentação detalhada da teoria ator-rede, incluindo o mapeamento das controvérsias e suas noções-chave, será desenvolvida no Capítulo 3.1: "Fundamentos da Teoria Ator-Rede (ANT): como rastrear as controvérsias como uma formiga míope, sem pressa?"

Os objetivos específicos desta pesquisa de tese são: 1. Mapear o que vem sendo publicado no campo da educação em ciência sobre experimentação realizadas com alunos de

diferentes níveis; 2. Identificar características de um “laboratório a céu aberto” construído a partir do experimento conduzida de modo virtual na disciplina ciência e educação em ciência; 3. Formular experimentos para o campo da educação em ciência a partir dos fundamentos da teoria ator-rede.

Para compreender quem somos nós, a produção brasileira sobre experimentação no campo da educação em ciências foi mapeada bem devagar, discutindo a integração entre o ensino por investigação (ENCI), as metodologias ativas, as questões sociocientíficas, a abordagem CTS e a ACT. Como procedimento metodológico, foi realizado um levantamento bibliográfico em quatro periódicos nacionais da área - (1) *Ciência & Educação*; (2) *Ensaio*; (3) *Investigações em Ensino de Ciências*; e (4) *RBPEC*-, no período de 2010 a 2024. A seleção dos artigos foi realizada através da busca manual nos títulos, palavras-chaves e resumos das expressões: "atividades práticas", “experimentação” e “laboratório”, totalizando 97 artigos levantados. Para análise dos dados, foi realizado um diálogo com autores como Sasseron (2018), Carvalho (2018), Strieder & Watanabe (2018), e Silva, Gerolin & Trivelato (2018), que discutem a influência de novas perspectivas epistêmicas que vinculam a experimentação, ao ensino por investigação, à alfabetização científica-tecnológica e à formação cidadã. Este mapeamento destaca a natureza interdisciplinar e socialmente contextualizada da experimentação, reforçando seu papel central na educação em ciências na contemporaneidade.

A relevância da pesquisa reside em um cenário de incertezas causadas pela pandemia e intensa proliferação de notícias falsas no campo da educação em ciências, evidenciando a necessidade de um inventário de ações práticas para fortalecer a ACT crítica e democrática, formando indivíduos capazes de compreender e estar no mundo. O objetivo desta pesquisa não é resolver controvérsias, mas compreender como elas se formam e se transformam, e, como os "multiversos" se articulam para tecer um mundo comum.

1 DA FORMIGA MÍOPE À AGÊNCIA DO TERRÁRIO: POSSÍVEIS DIÁLOGOS E AS INCERTEZAS DA PESQUISA ANT EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

A jornada desta pesquisadora começa na graduação em ciências biológicas (2007-2012) com o ingresso no grupo de pesquisa de estudos do currículo (NEC) da

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a partir de um projeto de iniciação científica. O projeto objetivou investigar as decisões curriculares envolvidas nas iniciativas de formação inicial e continuada de professores em Ciências e Biologia produzidas em um projeto de extensão pioneiro na UFRJ: o ‘Projeto Fundação Biologia’. Para realizar essa tarefa, foram analisadas ‘oficinas pedagógicas’ realizadas entre 1989 e 2012, em meio a influências de seus professores/autores e dos contextos educacionais e acadêmicos do período. Em diálogo com os autores Ivor Goodson e Carlo Ginzburg, buscamos ‘indícios’ de influências do movimento de renovação do ensino de ciências ocorrido no pós-guerra nas referências bibliográficas das mesmas, assim como nas entrevistas semiestruturadas realizadas com seus professores/autores. Na análise, foi evidenciado o quanto o uso de metodologias ativas de caráter prático foram se mesclando às tradições experimentais dos conhecimentos científicos, evidenciando os diálogos que vieram sendo estabelecidos entre passado e presente nas ações formativas que foram produzidas e disseminadas no âmbito do ‘Projeto Fundação Biologia’.

A pesquisa consistiu em um levantamento das oficinas pedagógicas, catalogadas e investigadas por meio de um acervo de documentos, fotografias, entrevistas e livros didáticos do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), buscando identificar o as diferentes linguagens e as pistas “do que” estudar e “como estudar” a partir das diferentes ressignificações da experimentação didática no Ensino de Ciências. A partir dos dados levantados, foi possível rastrear a mudança discursiva que ocorreu na experimentação no ensino de ciências como prática social. Foram mapeados os discursos que estão impressos nesta prática ao longo de sua trajetória sócio histórica, identificando como essa mudança discursiva impacta na formação inicial e continuada de professores, na experimentação como metodologia pedagógica e na confecção dos roteiros dessas atividades.

O enquadramento teórico da análise crítica do discurso (ACD) foi utilizado para analisar como os discursos sobre experimentação são formados e transformados na contemporaneidade, alterando o movimento de reestruturação discursiva que ocorre através da estabilidade e mudança destes discursos. A partir da análise dos dados coletados durante a pesquisa, foi identificada a grande pluralidade de abordagens e orientações sobre o tema da experimentação, evidenciando continuidades e descontinuidades através das tensões sociais. Através das análises dos textos dos roteiros sob a perspectiva da ACD, foi possível caracterizar a experimentação como um gênero híbrido, constituindo-o como um gênero de discurso específico. As questões de estudo foram desenvolvidas com o objetivo principal de

mapear as evidências das possíveis mudanças discursivas da experimentação, situando as diversas orientações tomadas por esta prática pedagógica no campo da Educação em Ciências.

A partir do estudo realizado durante a iniciação científica, foi possível evidenciar que a experimentação aparece nos textos de roteiros, nos documentos curriculares, nas pesquisas científicas, como um elemento legitimador da mudança discursiva, destacando as diversas ressignificações nas esferas acadêmicas e institucionais.

Em sua pesquisa de mestrado (2015), teve a oportunidade de aprofundar o tema da experimentação no campo da Educação em Ciência, a partir de um levantamento bibliográfico das produções nacionais sobre essa temática, analisando as potencialidades e limitações da realização destas práticas pedagógicas na educação pública. A partir dos dados coletados durante a pesquisa, foi possível traçar um mapa da produção brasileira sobre as ‘atividades práticas’ e a ‘experimentação didática’, analisando suas ressignificações, adaptações, metodologias e estratégias pedagógicas. O levantamento foi realizado no período entre 2000 e 2012, abrangendo as pesquisas que foram publicadas em quatro periódicos nacionais: (1) ‘Ciência & Educação’; (2) ‘Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências’; (3) ‘Investigações em Ensino de Ciências’; (4) ‘Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências’ (RBPEC), periódico editado pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) desde 2001. Foram encontrados 48 artigos no total.

Com base nas análises empíricas, foi possível evidenciar a posição de destaque da experimentação no campo da Educação em Ciências, bem como a pluralidade de metodologias utilizadas nesta prática. Em diálogo com os referenciais da ACD, foram evidenciados aspectos relacionados às mudanças discursivas da experimentação em diálogo com o movimento renovador (décadas de 60/70) e o movimento ciência-tecnologia-sociedade (CTS). As tensões discursivas mapeadas reforçam a experimentação como prática social, sendo possível identificar mudanças metodológicas, diferentes perspectivas, múltiplas dinâmicas discursivas entre atores que regulam essa prática, políticas públicas e estatais. A partir do levantamento bibliográfico realizado (2000 até 2012), foi possível dar “voz” a diversos autores, professores e pesquisadores, que discutiram as dificuldades de realizar a experimentação na educação pública por falta materiais, equipamentos, ambiente adequado e falta de carga horária curricular. Apesar de todas as adversidades, as produções bibliográficas analisadas, de forma geral, reforçam que a experimentação é importante para o desenvolvimento de competências voltadas para formação crítica, tais como a cooperação, concentração, organização, manipulação de equipamentos relacionados ao método científico,

reforçam a relação entre alunos, professores, fenômenos biológicos, produção de conhecimento, teoria e prática. Lima et al (1999) afirmam que a experimentação une a interpretação do sujeito aos fenômenos e processos naturais observados, ao conhecimento científico e às formulações de hipóteses, diante de situações complexas.

Apesar dos desafios, a experimentação têm sido amplamente explorada como objeto de estudo, despertando a curiosidade de (futuros) professores e pesquisadores da área da educação em ciências. Na pesquisa de dissertação de mestrado, a partir das análises metodológicas realizadas com os fundamentos da ACD, foi possível mapear elementos legitimadores das mudanças discursivas na experimentação, ora destacando uma perspectiva mais fortemente ancorada a tradição utilitária de se ‘fazer ciência’, ora valorizando a perspectiva mais fortemente ancorada a tradição acadêmica, ou ainda, reforçando a tradição científica, revelando as tensões existentes entre essas perspectivas dentro das orientações do ensino de ciências.

Alguns dos elementos legitimadores apeados da mudança discursiva na experimentação foram: a inserção da abordagem CTS no campo educacional, valorização da educação para cidadania a partir de questões sociocientíficas, investimento na alfabetização científico tecnológica, no letramento científico e a democracia digital. Nas conclusões preliminares da pesquisa, foi possível destacar as múltiplas ressignificações nas esferas acadêmicas e institucionais referente à experimentação em educação em ciências. A discussão foi ancorada nas mudanças discursivas inscritas e inseridas nos documentos curriculares brasileiros de ciências que orientam as propostas e iniciativas na educação pública.

Em 2019 a pesquisadora assumiu como professora assistente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) na área de Ensino de Ciências, lecionando as disciplinas (1) Fundamentos das Ciências da Natureza para crianças, jovens e adultos; (2) Ciência e Educação em Ciência. Em março de 2020 foi decretado isolamento social devido a pandemia mundial causada pela Sars-Cov-2, alterando a dinâmica da sociedade, a forma de ensinar e aprender, a inter-relação entre os indivíduos, a relação com as ferramentas tecnológicas, com a saúde e com o meio ambiente (SANTANA et al., 2020; GROSSI, 2020). Diante do contexto mundial de crise sanitária, a estrutura da educação brasileira foi diretamente impactada, práticas docentes no ensino presencial foram suspensas culminando no Ensino Remoto Emergencial (ERE), de abril de 2020 até dezembro de 2022. É importante ressaltar que na UERJ o ensino presencial não foi substituído pelo ensino à distância, as disciplinas ofertadas foram ministradas pelos docentes remotamente, em caráter excepcional. Diante do

cenário apresentado, as aulas foram ministradas a partir dos encontros síncronos (em tempo real, tais como chats, lives, encontros no Google meet) e assíncronos (como fóruns temáticos, tarefas, atividades, entre outros) promovidos no Ambiente Virtual de Aprendizagem (plataforma AVA) da instituição, e as interações entre discentes e docentes foram realizadas majoritariamente no grupo de *Whatsapp* das turmas.

Considerando o contexto de isolamento social e distanciamento físico imposto pela pandemia, as disciplinas ofertadas neste período foram ministradas pelos docentes remotamente. A disciplina em questão era obrigatória no currículo antigo do curso de pedagogia e foi ofertada para os discentes do 3º período. As aulas foram ministradas de forma remota no AVA da UERJ com (1) Encontros síncronos semanais gravados no formato de *web-conferência* (plataformas Zoom ou Google Meet); (2) Chat interativo (na plataforma Moodle); (3) Encontros assíncronos no fórum temático de discussão, já que o fórum é uma das ferramentas de interação coletiva de maior utilidade dentro de uma plataforma virtual; (4) Interações e contribuições no grupo de *Whatsapp* das turmas.

O contexto de incertezas causadas pela pandemia gerou grande inquietação, já que não era mais possível levar os alunos ao laboratório ou realizar a experimentação de forma coletiva em sala de aula. Com o objetivo de integrar a experimentação nas aulas remotas da disciplina durante o período de isolamento social, foi desenvolvido um roteiro detalhado para a confecção de um terrário fechado (APÊNDICE A). Essa iniciativa foi impulsionada pela grande vontade de ressignificar as aulas remotas, incentivando cada estudante a transformar sua casa em um "clube de ciências" ou um "laboratório a céu aberto", borrando as fronteiras físicas da sala de aula. Os estudantes foram convidados a adaptar o experimento ao seu contexto socioeconômico e cultural individual, um grande desafio diante das desigualdades evidenciadas pela pandemia e pela falta de acesso a recursos tecnológicos. A partir desta prática pedagógica, foi possível incentivar a autonomia discente na escolha dos materiais e equipamentos para a confecção dos terrários individuais, buscando adaptações criativas para falta de recursos como potes de vidro, terra, pedras, cascalho, areia, carvão, musgo e mudas de plantas.

O roteiro de experimentação para elaboração do terrário durante a disciplina lecionada no PAE 3 em 2021 (APÊNDICE A) foi apresentado juntamente com o cronograma das unidades temáticas, datas e professores responsáveis da disciplina ciência e Educação em Ciência (APÊNDICE B) no primeiro dia de aula para todos os estudantes inscritos. A disciplina foi estruturada em um cronograma (APÊNDICE C) com 16 semanas, 4 unidades temáticas e

carga horária total de 60 horas. Ao longo da disciplina, foram realizados encontros semanais síncronos e atividades assíncronas em fóruns e chats, que ocorriam às sextas-feiras, em três horários distintos. O guia da disciplina (APÊNDICE B) detalhou as recomendações preliminares, a ementa, os objetivos de aprendizagem, as unidades temáticas, os procedimentos metodológicos, a avaliação, o cronograma e a bibliografia utilizada.

No início da disciplina também foi disponibilizado para os estudantes um texto de divulgação científica elaborado pela autora desta tese (APÊNDICE D), com a descrição das etapas da elaboração do terrário, ilustrado com fotografias tiradas ao longo da elaboração do seu próprio experimento em sua casa. O texto teve como objetivo compartilhar a vivência de elaboração dos terrários junto com os estudantes, mostrando as mudanças e fenômenos ocorridos no terrário da professora ao longo da disciplina. O texto foi elaborado de forma leve e em diálogo direto com o estudante (leitor), sugerindo adaptações e dicas de cuidados com o terrário.

No diário de bordo, os alunos registraram semanalmente as transformações do experimento por meio de fotografias, textos, relatos, poemas, desenhos e vídeos. Ao final desta tese são apresentados alguns recortes de relatos dos estudantes ao longo da experimentação (APÊNDICE E). O diário de bordo foi povoado com observações pessoais, conceitos, descobertas, vivências, emoções, curiosidades, hipóteses e perguntas levantadas sobre os elementos do mini ecossistema do terrário (água, solo, ar, plantas, fungos e animais). A liberdade na formatação do diário e a valorização da investigação pessoal dos alunos, sem a imposição de um formato específico, refletem a busca por uma desierarquização dos saberes e a compreensão da agência dos atores, humanos e não-humanos, em diálogo com os fundamentos da ANT.

O roteiro de atividade (APÊNDICE A) se inicia com um texto introdutório para explicar a importância didática do Terrário e para destacar que esta é uma prática de reprodução, em escala reduzida, do ecossistema em que vivemos. Em seguida, no item 2, há as orientações com o passo a passo para a experimentação. Neste item, os alunos assistiram ao vídeo do canal do manual do mundo (<https://youtu.be/zkAhvpAKgII>) de como fazer um terrário em casa para compreender quais as escolhas de materiais, procedimentos, as plantas que podem ser utilizadas dentro do terrário fechado, alguns cuidados importantes, como preservar esse microecossistema, como observar e registrar suas modificações e alguns conceitos científicos importantes que permeiam a confecção do experimento. Considerando que a disciplina foi

lecionada em um curso de formação de professores, foram destacadas as diversas as variáveis que interferem no crescimento saudável do terrário.

Na parte 3 do roteiro (APÊNDICE A), observação e registro do terrário, os discentes tiveram orientações de como desenvolver um diário de campo para registrar e justificar suas escolhas pelos materiais e plantas, seus percursos metodológicos, suas descobertas, os fenômenos observados (tais como a condensação no vidro, o crescimento de brotos, novas plantas, insetos e minhocas que surgiram dentro dos potes, o caminho das plantas em busca de luz, os fungos que crescem deliberadamente pela grande umidade dentro do pote), os conceitos trabalhados e percepções. Ao final da disciplina, como forma de avaliação, os discentes apresentaram seus diários de bordo virtuais e foram avaliados a partir dos critérios de apresentados no item 4 do roteiro (APÊNDICE A).

A disciplina foi permeada pela discussão da grande quantidade de notícias falsas (*fake news*) que circulam diariamente nos meios de comunicação, influenciando grande parte da sociedade. O aumento do uso de tecnologias digitais no campo da educação evidenciou a importância da divulgação científica como apoio ao movimento de ACT, que fornece ferramentas práticas para a identificação de notícias falsas sem fundamentos (DANTAS & MAIA, 2020). Em suas pesquisas, os autores Dantas e Maia (2020) evidenciam que é por meio da democratização cultural da ciência que se cria oportunidades e habilidades para um melhor discernimento em aspectos que envolvem acesso à saúde, à cidadania e ao engajamento político. Moraes, Araújo e Pagan (2024) caracterizam como se deu o momento pandêmico e seus impactos na educação básica, refletindo sobre as contribuições da ACT no enfrentamento aos desafios do isolamento social. As autoras identificam possibilidades pedagógicas para o cuidado com as fontes adequadas de informações objetivando a superação das *fake news*. Diante do contexto apresentado, docentes tiveram que se reinventar e ressignificar a sua prática de ensino, buscar novas metodologias e ferramentas educativas e imergir nas tecnologias educacionais. Alunos buscaram novas formas de se relacionar e produzir o conhecimento, de pesquisar informações de fontes confiáveis (e.g. combate a *fake news*) e lutar por uma ciência mais democrática (DE MORAIS, DE ARAÚJO & PAGAN, 2024; DANTAS & MAIA, 2020).

Diante de um cenário de incertezas e grande quantidade de informações na pandemia, autores destacam que ao mesmo tempo em que se nota cada vez mais uma inclinação da população em geral à ciência, entendendo-a como recurso de esclarecimento e segurança com a busca e apropriação de conceitos e discursos científicos, também se pode perceber a ampla

divulgação de notícias falsas, discursos alarmistas, busca por saídas fáceis e disputas pelo palco da narrativa por negacionistas e adeptos de teorias da conspiração (FRANCO DOS SANTOS et al., 2021, p. 128).

Sacavino & Candau (2020) afirmam ser indispensável problematizar a necessidade de transformação da educação pós-pandemia, já que não é mais possível o retorno para ‘normalidade educacional’ e para concepção de escola tradicional. As autoras apostam na reinvenção dos processos educativos, aproveitando a pandemia como um momento de ressignificação da prática de ensino, da forma de ensinar e aprender. Faz-se necessário investir em pesquisas sobre novas práticas educativas, sobre a contextualização da (nova) escola e das práticas pedagógicas. As autoras destacam ainda que o contexto pandêmico evidenciou as desigualdades de acesso às tecnologias de comunicação e informação, especialmente no que se refere às mídias digitais.

Com base nos argumentos exposto previamente evidencia-se a urgência em pesquisar sobre os processos que permeiam a ACT, as ferramentas para curadoria de informações de forma crítica, um inventário de estratégias para a democracia digital. É nesse contexto de inquietação que surge o projeto de pesquisa desta tese, que busca analisar e compreender a contribuição das questões sociocientíficas com orientação CTS e CTSA nas experimentação e como elas endossam as concepções da ACT que politizam a educação científica e facilitam a compreensão da cultura digital.

O encontro com a teoria ator-rede (ANT) proposta por Bruno Latour ocorre a partir das pesquisas realizadas pela professora Fátima Branquinho, docente do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente (PPGMA). Este referencial teórico é um convite para olhar o mundo com outro óculos metodológico, de ser sensível às relações, olhar para a natureza e a sociedade, o sujeito e objeto sem categorias prévias.

Nesta pesquisa busca-se compreender como a experimentação contribui para a produção de diferentes conhecimentos, considerando que a experimentação aborda questões sociocientíficas e investe na relação entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), promovendo processos educativos e socioambientais que colaboram para educação para cidadania, justiça social, participação colaborativa consciente e ACT dos estudantes e futuros professores. Dessa forma, é possível também promover diálogos entre saberes tradicionais/populares e saberes científicos, local e global, antigo-atual, buscando conexões e aproximações. Para descrever a rede sociotécnica do território, em diálogo com a noção-chave da “desierarquização dos saberes”, foram mapeados os atores híbridos do território e suas

relações, seus modos de lidar com o mundo, de interagir com a natureza, e a riqueza de conhecimento construído a partir dessas associações.

1.1 O que dizem as pesquisas brasileiras sobre experimentação no Ensino de Ciências e Biologia? Os artigos falam!

Ao longo dos anos, a área de Educação em Ciências tem passado por grandes transformações, sendo influenciada pelos contextos político, econômico, social, cultural e tecnológico. Cada vez mais se tem pesquisado, discutido e pensado na questão da utilização da experimentação no ensino das disciplinas científicas no Brasil. As pesquisas acerca do tema apresentam levantamentos bibliográficos, relatos de experiência, potencialidades e dificuldades da realização desta prática na escola, suas contribuições para ACT, as implicações para o aprendizado dos conhecimentos escolares e científicos e amplas discussões acerca da pluralidade que essas atividades assumem no contexto da Educação em ciência (WEBER, HEIDEMANN & VEIT, 2022; JUNIOR & FRANCISCO, 2013; SILVA & SERRA, 2013; MORI, SILVA & CURVELO, 2013; OLIVEIRA, CASSAB & SELLES, 2012; GONÇALVES & MARQUES, 2012). De forma geral, as pesquisas defendem que o engajamento e participação ativa dos discentes em práticas epistêmicas, representam um aspecto essencial para a produção do conhecimento científico, pois possibilita ao estudante uma adequada percepção da dimensão social da ciência, bem como da natureza deste conhecimento. Os autores e pesquisadores da área ressaltam que a experimentação realizada na construção da prática científica permite a constituição da objetividade, favorece as interações sociais entre os indivíduos e promove a construção de conhecimentos produzidos e compartilhados por outros pesquisadores e técnicos de outros grupos de pesquisa.

A experimentação constitui-se historicamente como marcas identificadoras das disciplinas escolares Ciências e Biologia, participando, portanto, da constituição das identidades dos professores responsáveis por ministrar essas disciplinas (SELLES, 2008). A disciplina ciências assume caráter interdisciplinar pois foi formada historicamente se consolida pela integração de diferentes campos da Ciência (Física, Química, Biologia e Geociências). Além disso, a disciplina dialoga com outras áreas do conhecimento, tais como matemática, tecnologias e ciências humanas (geografia e história). Os autores Jorge Megid

Neto e Eduardo Mortimer (2016) discutem a importância da interdisciplinaridade no ensino de Ciências e a necessidade de relacionar diferentes áreas do conhecimento na educação básica. O caráter interdisciplinar desta disciplina permite explorar a construção de conhecimentos com problemas do mundo real e as questões sociocientíficas. A autora Maria Cândida Moraes (2008) aborda a relação entre ciência, sociedade, tecnologia e educação, defendendo uma abordagem interdisciplinar e contextualizada.

A investigação científica esteve presente no contexto do ensino de ciências em diferentes épocas e com diferentes objetivos. No final do século XIX estava vinculada, por exemplo, ao desenvolvimento de habilidades científicas e à formação de pequenos cientistas (período renovador do ensino de ciências). Nas décadas de 70 e 80 o campo educacional é invadido pelo movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), valorizando as questões sociocientíficas, a ACT, o entendimento de problemas sociais, como o aquecimento global e a poluição. A partir da primeira metade do século XX, especificamente no que se refere ao ensino de ciências, a ideia de “hands on” (mão na massa) e do papel ativo do estudante ganha destaque, caracterizando um ensino por descoberta orientado por etapas descritas e previamente definidas, enfatizando procedimentos e desenvolvimento de ações. Atualmente, a alteração de foco no ensino de ciências mostra a preocupação em relacionar o desenvolvimento de procedimentos científicos com a aprendizagem conceitual, e o senso crítico assume papel central no processo de investigação em sala de aula (SASSERON, 2018, p. 1066).

Nos tempos atuais, a investigação científica e a experimentação valorizam não apenas a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, levantamento e análise de dados, o desenvolvimento da capacidade de argumentação e a compreensão da natureza do trabalho científico, mas também o desenvolvimento de competências e habilidades cognitivas nos alunos. Apesar da grande incidência da experimentação no Ensino Fundamental em relação ao Ensino Médio e ao Ensino superior, esta questão revela-se especialmente importante na educação, já que as atividades experimentais são geradoras de questionamentos, investem no protagonismo do aluno, no trabalho em equipe, na formulação de hipóteses e na resolução de problemas científicos.

No que se refere à concepção de ACT, defende-se que a educação em ciências deve contribuir para a formação para a cidadania, em que os indivíduos sejam capazes de utilizar os saberes, conhecimentos e práticas da cultura científica para modificar o mundo e intervir na sociedade. O trabalho com hipóteses assume uma relevância considerável neste processo

e evidencia a construção de novos conceitos, teorias e conhecimentos, conforme apontam Sasseron & Carvalho (2011). As autoras defendem que o ensino por investigação promove a ACT e é considerado uma abordagem didática, já que não está atrelado a estratégias específicas, mas valoriza as ações e práticas realizadas pelo docente, propondo estratégias e tarefas aos estudantes, e sendo essencial o estabelecimento de liberdade intelectual dos estudantes para a investigação de um problema no contexto educacional.

Neste contexto, o ensino das disciplinas científicas surge com a proposta de aprender ciências para além do conhecimento produzido, incluindo aspectos sociais, culturais e epistêmicos que circundam a prática científica. Dewey (1919) compreendia a prática da investigação científica como uma representação da ciência, tal como a praticada pelos cientistas nos laboratórios. Mais recentemente, com o surgimento das metodologias ativas e do documento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), publicado em 2017, o ensino por investigação assume um novo caráter, visando a promoção da ACT e da cultura digital, a compreensão da natureza da ciência e aplicação de conhecimentos e modos de agir na resolução de problemas autênticos. As metodologias ativas propõem um ensino vinculado ao cotidiano, via contextualização do conhecimento e trabalho interdisciplinar, como proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Esta mudança de foco no ensino de ciências para o trabalho com o desenvolvimento de práticas tem sido cada vez mais explorada nas pesquisas brasileiras, impactando diretamente na prática docente e nos currículos de educação em ciência.

1.2 O terrário como ator híbrido: ensino por investigação, alfabetização científica-tecnológica e questões sociocientíficas

Atualmente, observa-se uma série de mudanças resultantes dos avanços científicos e tecnológicos, que se apresentam de forma cada vez mais acentuada ressaltando a importância e a necessidade de ensinar ciências, bem como do aprendizado dessa disciplina escolar. O Ensino de Ciências por Investigação tem se destacado como uma linha de estudo na pesquisa em Educação em Ciências e como uma abordagem didática nas salas de aula. A aprovação da BNCC em dezembro de 2017 trouxe diretrizes que enfatizam a promoção de práticas investigativas no ensino de ciências e a valorização da experimentação. A BNCC propõe que

os estudantes desenvolvam habilidades e competências investigativas, como a formulação de hipóteses, a realização de experimentos e a análise de resultados. Nesse sentido, a experimentação é abarcada pelo ensino por investigação e assume uma nova roupagem, alinhada às metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem. A experimentação não é mais compreendida apenas como um meio de comprovação de teorias científicas e reprodução da ciência nas escolas (formação de pequenos cientistas na educação em ciência ocorre no período renovador do ensino de ciências nas décadas de 60/70), mas como uma estratégia pedagógica para que os estudantes construam conhecimento de forma ativa e participativa (professor assume um novo papel de mediador da produção de conhecimento). Essa mudança curricular incentivou pesquisadores e educadores a explorarem e divulgarem abordagens, vivências e estratégias pedagógicas alinhadas às novas orientações, resultando em um aumento de estudos e publicações sobre experimentação e ensino por investigação nos últimos 20 anos.

É reconhecido por diversos autores da área a relevância do tema da experimentação para o ensino de ciências pois a ciência possibilita desenvolver um raciocínio lógico diferente para analisar fenômenos que envolvem o ensino de ciências (Sasseron & Justi, 2018; Carvalho, 2018; Gomes & Justi 2019; Marandino, 2004). Dentre suas bases, pode-se destacar o papel ativo dos estudantes (metodologias ativas), o ensino para a apresentação de elementos da cultura científica, a construção de relações entre práticas escolares e práticas cotidianas e a aprendizagem para a mudança social. O aprimoramento do conhecimento científico é necessário para que este seja utilizado como uma ferramenta para que o indivíduo modifique sua forma de atuar e interagir com o mundo em que vive. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) são expostos pontos positivos, no que se refere ao ensino de ciências nos diferentes segmentos educacionais, e destaca-se ainda a contribuição desse componente curricular para outras aprendizagens ligadas a essa disciplina escolar. Zancul (2008) afirma ainda que “de acordo com a legislação em vigor, o ensino de ciências deve estar presente desde o início do processo de escolarização. Os estudos de especialistas e as proposições curriculares oficiais têm defendido e ressaltado a relevância de se ensinar ciências nos primeiros anos escolares.” (ZANCUL, p. 63, 2008).

O tema da experimentação no ensino de ciências é um campo consolidado e interdisciplinar, sendo investigado em diferentes níveis e segmentos educacionais. A realização de investigações recebe destaque nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e Orientações Complementares (PCN+). Nesses documentos, a investigação é entendida como

um processo que permite o desenvolvimento de competências. Já nas atuais Diretrizes Curriculares Nacionais (MEC, 2013), a investigação vem associada a um princípio pedagógico, o da pesquisa, que, segundo esse documento, possibilita “que o estudante possa ser protagonista na investigação e na busca de respostas em um processo autônomo de (re)construção de conhecimentos.” (MEC, 2013, p.197). Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Fundamental publicada em 2017 a investigação ganha uma perspectiva epistemológica e social, com espaço relevante para a promoção de competências gerais que se associam à aprendizagem científica. O documento enfatiza a experimentação como um elemento fundamental para o ensino de Ciências, promovendo uma abordagem investigativa, interdisciplinar e ativa da aprendizagem. Essa orientação se alinha diretamente com as metodologias ativas, que colocam os estudantes no centro do processo de ensino e aprendizagem, estimulando a construção do conhecimento por meio da valorização da prática, problematização e colaboração.

Na apresentação da área Ciências da Natureza, o letramento científico é destacado como compromisso da área, reforçando a necessidade da articulação com outros campos de saber. Nos documentos curriculares que norteiam a prática docente, destaca-se a urgência de assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, e a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica (MEC, 2017, p.319). O procedimento do fazer científico encontra-se impresso no ambiente escolar através das atividades experimentais, e por conter esse caráter científico, essas atividades se distinguem das experiências cotidianas vivenciadas pelos alunos dentro de sala de aula. A experimentação possui uma orientação de observação, pois, é através da pesquisa e da observação realizada durante a atividade que o indivíduo é capaz de buscar respostas para determinados problemas de natureza científica. Essa atividade torna-se importante então, pois um dos objetivos de se ensinar ciências é desenvolver a capacidade de observar o entorno social e natural, de forma a relacioná-los entre si (CERRI & TOMAZELLO, 2008).

É importante ressaltar que o aluno desenvolve diversas competências durante a prática dessas atividades, pois, para a sua resolução, estes exercitam: a capacidade de fazer proposições, possíveis estratégias para resolução do problema proposto ou modelos explicativos, observação e verificação dos dados, análise e interpretação dos resultados observados. Moraes (2008) afirma que os professores como mediadores da promoção do conhecimento têm a possibilidade de desenvolver o uso do conhecimento prévio do aluno; o

diálogo e a reflexão; o desenvolvimento de atividades interdisciplinares relacionadas ao cotidiano dos alunos; o trabalho com situações-problema nas atividades; valorizar o trabalho em equipe; valorizar a individualidade do estudante.

A partir dos levantamentos de artigos publicados na área de educação em ciência nos últimos 12 anos, é possível afirmar que diversos autores pesquisam sobre a ACT dialogando com a experimentação, as atividades práticas e as questões sociocientíficas.. Carvalho (2018) e Sasseron & Justi (2018) apontam que esta é uma ferramenta essencial para o desenvolvimento do pensamento crítico, da ACT e da formação para cidadania, elementos fundamentais dentro da perspectiva CTS. Diversos autores enfatizam que a experimentação deve estar vinculada a problemáticas sociais e ambientais, promovendo a compreensão de fenômenos científicos de maneira prática e aplicada ao cotidiano dos estudantes. Mori & Da Silva Curvelo (2018) discutem sobre a influência do movimento CTS no ensino por investigação. Já Silva, Franco & Mendonça (2024) investigam a relação entre ensino por investigação e questões sociocientíficas em sala de aula, destacando como essas abordagens podem complementar-se no ensino de Ciências.

O Ensino de Ciências por Investigação é uma abordagem didática (Sasseron, 2021) que busca aproximar as práticas da ciência escolar das práticas científicas (Munford & Lima, 2007). Apesar de não haver uma única estrutura que defina as características dessa abordagem (Franco & Munford, 2020), alguns elementos têm sido considerados relevantes na elaboração de atividades experimentais em um contexto instrucional investigativo como por exemplo criar oportunidades para que os estudantes possam se engajar na resolução de problemas (Carvalho, 2018) usando ferramentas cognitivas e discursivas da ciência. Dentre as vantagens pedagógicas proporcionadas pelo ensino por investigação, ressalta-se o papel dos estudantes nos processos de ensino e aprendizagem, posicionados como construtores do conhecimento científico em sala de aula. Isto é, os estudantes têm oportunidade de propor explicações para fenômenos naturais ou situações-problema, analisando-as a partir de dados e argumentando para construir consensos com base em evidências (Manz et al., 2020). Se considerarmos as duas grandes abordagens que abarcam a experimentação na educação em ciência, o ensino por investigação e as questões sociocientíficas, mesmo com suas características marcadamente distintas, aparecem como complementares se considerarmos que as aulas de ciências devem proporcionar aos estudantes oportunidades para compreenderem como a ciência constroi o conhecimento. Ambas as abordagens utilizam ferramentas

cognitivas para se engajar na resolução de questões que envolvem a ciência e outros domínios (Silva, Franco e Mendonça, p. 3, 2024).

As autoras Silva, Franco e Mendonça (2024) afirmam que as práticas epistêmicas também são consequenciais. Essa característica está profundamente relacionada às competências anteriormente explicitadas, considerando que maneiras de construir o conhecimento dentro de uma comunidade legitimam certos conhecimentos em detrimento de outros. A maneira acordada como se deve acontecer a construção do conhecimento em salas de aula implica em inclusão e exclusão de certos modos de se fazer ciência e, consequentemente, de algumas pessoas. (Silva, Franco e Mendonça, p. 5, 2024)

No contexto das competências socioemocionais que permeiam a experimentação e o ensino por investigação, Jorge Larrosa (2021) reflete que a experiência é um encontro ou uma relação com algo que se experimenta, que se prova. O autor estabelece distinções cruciais entre experimento e experiência. Enquanto o experimento é genérico, predizível, previsível e repetível, e sua lógica tende a produzir acordo, consenso ou homogeneidade entre os sujeitos; a experiência é singular e carrega uma dimensão de incerteza que não pode ser reduzida, gerando, por sua vez, diferença, heterogeneidade e pluralidade (p.159). Na experiência, devido a essa natureza incerta e à ausência de um objetivo previsto ou de uma meta pré definida pelo método científico, não é possível prever, predizer ou até mesmo repetir um mesmo acontecimento.

A experimentação não se trata de meras experiências únicas e imutáveis, mas de experiências singulares que variam conforme as expectativas, conhecimentos, circunstâncias e emoções. As observações e as proposições de observações são feitas através do pensamento, da linguagem e pela linguagem, embora muitas vezes de forma vaga e não explícita. Quando vemos algo, vemos com toda a história que vivemos, vemos pelo que fomos, vemos pelo que vivemos, vemos pelo que pensamos, por isso nossa história de vida está presente na nossa visão.. Mostrar a ética do risco na educação que permite a experiência de aprender e, a contemplação estética, que é o ato de olhar que muda o sujeito que enxerga, e que voltando a si próprio, para o mundo ético, volta com essa experiência de ter olhado. As autoras Almeida & Pereira (2023) destacam a importância da sinfonia que envolve a compreensão dos sentidos atribuídos à experiência (p. 3).

1.3 O terrário, a composteira e a cosmopolítica: diálogos híbridos na crise plural em busca da composição do mundo comum

Esta seção avança na discussão iniciada no Capítulo 1, expandindo o microcosmo do terrário, em meio à pandemia, por meio da análise da prática da composteira seca (APÊNDICE F) realizada no Instituto de Economia e Gestão da Universidade de Lisboa (ISEG). Ambas as atividades são abordadas sob a ótica da cosmopolítica, demonstrando como os diálogos híbridos e a negociação entre humanos e não-humanos são essenciais para a composição do mundo comum frente à crise plural.

A jornada desta pesquisadora, traçada pelos fios incertos da ANT, como uma "formiga míope viajante", em busca de descrever o terrário fechado da UERJ como um ator híbrido de naturezas-culturas, estende-se para o Instituto de Economia e Gestão da Universidade de Lisboa (ISEG) com o estudo da composteira seca, consolidando a articulação metodológica com a Pesquisa-Ação na crise plural, conforme sugerido pelo artigo de Egmose, Hauggaard-Nielsen & Jacobsen (2022). A crise eco-social, que engloba dimensões climáticas, sociais, democráticas e epistemológicas, reforça a urgência em questionar as dicotomias modernas que criam duas zonas ontológicas distintas (LATOUR, 1994). A composteira seca, assim como o terrário, revela-se um ator híbrido que age como mediador das quatro dimensões da Pesquisa-Ação, dialogando com a noção-chave de desierarquização de saberes ao integrar a agência de microrganismos e elementos bióticos à tradução de conhecimentos técnicos em práticas tangíveis de regeneração. A partir da descrição da rede sociotécnica, da análise das inscrições físicas, das múltiplas controvérsias mapeadas, é possível evidenciar o entrelaçamento indissociável entre local-global e a politemporalidade (LATOUR, 2012).

Em 2024 a pesquisadora foi contemplada com uma bolsa financiada pela Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) para realizar o doutorado sanduíche sob a orientação da professora Dra. Sofia Bento, no período de 01 de setembro até 30 de novembro, no ISEG. Imagine você, uma formiga míope viajante preparando sua mochila para explorar lugares nunca antes imaginados. Esta seção tem como objetivo promover um diálogo metodológico e empírico entre as vivências na educação brasileira (elaboração do terrário na pandemia da COVID-19) com as vivências na educação portuguesa (elaboração e aplicação da oficina de compostagem seca), utilizando a ANT como

lente metodológica e a Pesquisa-Ação na crise plural como um arcabouço ético-político que reforça a urgência da transformação eco-social.

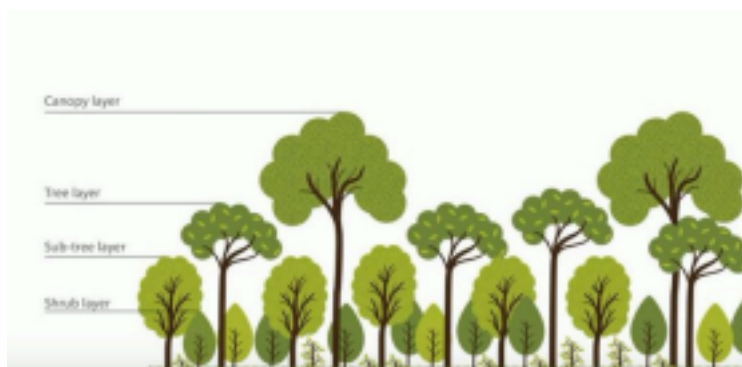
A crise gerada pela pandemia e a subsequente crise eco-social plural reforçam a urgência em rastrear as associações entre atores híbridos em diferentes escalas e em diferentes tempos. Assim como o terrário, um ator híbrido de naturezas-culturas no Brasil, a composteira seca em Lisboa lentamente se revela um ator híbrido, uma prática de pesquisa-ação para transformação eco-social, onde as dimensões éticas, políticas, sociais, ecológicas e culturais se misturam às práticas de regeneração (EGMOSE, HAUGGAARD-NIELSEN & JACOBSEN, 2022). Ao enredar os dois microecossistemas em questão, em diálogo com a ANT como lente metodológica, busca-se mapear pistas para desvendar como a produção de conhecimentos e a desierarquização dos saberes ocorrem em redes sociotécnicas heterogêneas que questionam a concepção moderna de tempo linear (LATOURETTE, 2012).

Buscando desvendar como ocorre a produção de conhecimentos na rede sociotécnica das atividades práticas e experimentais, foi traçado um plano de ação junto ao programa de pós-graduação (PPGMA/UERJ), a CAPES e com a co-orientadora professora Dra. Sofia Bento, antes da chegada em Portugal.

No primeiro dia na universidade foram ministradas palestras interativas com temas diversos que permeiam a economia, o meio ambiente e a sustentabilidade. A proposta inicial era que todos pudessem participar ativamente das propostas e reflexões que permeiam os temas anteriormente citados. Os estudantes do mestrado no ISEG gradualmente se disponibilizavam nas cadeiras, sendo possível evidenciar o multiculturalismo, pessoas de diversos lugares do mundo se reuniram para dialogar e pensar em desafios complexos.

A atuação no ISEG envolveu a participação ativa no projeto da “Tiny Forest” (mini floresta), planejado a partir do método do botânico japonês Akira Miyawaki. O método escolhido inspirou a plantação de centenas de mini florestas urbanas por todo mundo, combinando os conceitos de vegetação natural potencial (a vegetação que deveria existir num dado local se não houvesse intervenção humana) e a forma como as espécies interagem entre si e crescem para formar um ecossistema florestal dinâmico. A mini floresta do ISEG foi adaptada a um espaço urbano pequeno, com até 300 metros quadrados, e foram plantadas espécies nativas de todos os estratos de uma floresta.

Figura 1 - Como cultivar uma mini floresta usando o método Miyawaki



Fonte: <https://thebetterindia.com/206740/how-to-grow-forest-miyawaki-method-backyard-home-garden-steps-home-india/>

A figura 1 apresenta a base do método Miyawaki, no qual a plantação é organizada a partir da vegetação densa, de 2 a 7 plantas por metro quadrado. Estas plantas competem pela luz solar e foram regadas com composto para acelerar o crescimento do ecossistema. Neste sentido, a organização da vegetação promove a proteção mútua entre as espécies, a baixa manutenção de irrigação e o replantio planejado nos primeiros três anos. A comunidade universitária do ISEG participa da criação, manutenção e, ao mesmo tempo, os indivíduos podem aproveitar seu tempo para se relacionar com a mini floresta.

Este projeto teve como objetivos principais: 1. caracterizar a dinâmica de investigação sobre a regeneração de solos com foco especial nas conexões existentes com o envolvimento da comunidade; 2. desenvolver um programa educativo-participativo interdisciplinar abordando temas que permeiam a regeneração do solo, valorizando o envolvimento comunitário no ISEG; 3. implementar e manter uma pequena floresta com a participação ativa da comunidade universitária. A metodologia foi elaborada contemplando os fundamentos da pesquisa-ação, com coleta de dados a partir de anotações de campo, observação e registro dos fenômenos da natureza, gravações de vídeo, registros fotográficos e a participação dos indivíduos ao longo de todo o processo. O contato com a mini floresta do ISEG promove a reflexão sobre como reorganizar a natureza, o contato com o solo, com a água e com os fenômenos naturais, entrelaçando teoria e prática na produção de conhecimentos sobre a serapilheira, cobertura vegetal e funcionamento do ecossistema. As associações entre os atores híbridos da mini floresta vão, lentamente, tecendo um “laboratório a céu aberto” em Lisboa, que entrelaça a experimentação, a produção de conhecimentos sobre as relações sociais, políticas e ecológicas e, ao mesmo tempo, proporciona a abordagem interdisciplinar e a colaboração coletiva.

Em diálogo com as professoras Sofia Bento e Oriana Brás, as mesmas sinalizaram a necessidade de construir uma composteira seca na mini floresta do ISEG, sem resíduos orgânicos, utilizando como adubo natural apenas os elementos do próprio ecossistema, resultando em um composto orgânico natural para nutrir o solo. A elaboração do roteiro didático da construção da composteira seca no ISEG (APÊNDICE F) a partir da metodologia de pesquisa-ação permite rastrear as negociações entre os atores e a tradução de saberes (LATOURET, 2012), evidenciando a agência de atores não-humanos, como fungos e bactérias, e sua articulação com o envolvimento da comunidade acadêmica.

A atividade de elaboração coletiva da composteira é um exemplo prático e vivenciado da economia circular. Os autores Egmond, Hauggaard-Nielsen & Jacobsen (2022) discutem as quatro dimensões diferentes na pesquisa-ação para a transformação eco social e a importância de criar espaços de aprendizagem social para tornar visíveis as múltiplas formas de relacionar os aspectos sociais e ecológicos. Eles propõem o exercício de re-imaginar como queremos viver e nos relacionar em ecologias mais amplas, buscar coletivamente alternativas de modos de existências por meio de práticas tangíveis, um inventário de ações práticas coletivas para permitir novas formas de reorganização social. Para entender a natureza inter-relacionada das crises que enfrentamos – as crises climática, de biodiversidade, econômica, social, democrática e epistemológica – é preciso compreender os sintomas apresentados como uma crise plural coletiva mais profunda, com raízes em nossos envolvimento com o mundo. Como valorizar as múltiplas maneiras pelas quais nos relacionamos e estamos relacionados? Como mapear pistas de que todos nós, humanos e não humanos, fazemos parte de ecologias vivas pulsantes?

O composteira seca é uma atividade prática interdisciplinar (APÊNDICE F) que auxilia a promover a compreensão dos impactos ambientais e sociais da prática da compostagem e fortalece a pesquisa-ação para transformação eco-social (EGMOND, HAUGGAARD-NIELSEN & JACOBSEN, 2022). É importante destacar, que assim como não temos pretensão de resolver as controvérsias descritas, a pesquisa-ação não é apresentada como um "método certo", mas sim como um caminho para borrar as ambiguidades apresentadas na crise plural. A técnica de compostagem promove reflexões sobre a inter-relação entre ser humano e ambiente, sociedade e natureza, ciência e tecnologia, ao reaproveitar resíduos vegetais de um determinado ecossistema, é possível promover o ciclo natural de nutrientes, discutir a sustentabilidade e promover o acesso democrático ao

conhecimento na educação. Para uma aspirante a pesquisa ANT, é impossível determinar onde começa a sociedade e onde termina a ecologia na prática de compostagem.

Após a apresentação introdutória do projeto, foram realizadas reuniões periódicas com a equipe de sustentabilidade do ISEG e a professora Oriana, para visitar o espaço da mini floresta, fotografar o espaço e as espécies, avaliar as dificuldades e possibilidades de atuação nas vivências e experiências de campo. Com a chegada da semana de sustentabilidade no ISEG, foi proposta a elaboração de um workshop com 3 horas de duração com duas etapas, limpeza da cobertura do solo e empilhamento dos compostos para confecção da compostagem seca.

Com o objetivo de conhecer o espaço e mapear os materiais e equipamentos necessários para elaboração da composteira, foram realizadas caminhadas pela mini floresta para verificar os galhos caídos, erva daninha, espécies de plantas que tinham sido plantadas recentemente, a estrutura da composteira e a organização do espaço. Foram delimitadas as atividades e grandes temas relacionados ao meio ambiente e sustentabilidade abordados no workshop de compostagem; as tarefas foram divididas e organizadas entre todos os integrantes do grupo de pesquisa. Para o planejamento inicial da oficina, foram realizadas amplas investigações sobre como foram elaborados outros projetos de compostagem no Brasil, particularmente nos projetos de compostagem implementados na Universidade de São Paulo (USP). A estrutura da composteira já estava construída na mini floresta do ISEG, toda feita em madeira, com aberturas nas laterais para permitir a circulação de ar, essencial para o processo de decomposição. O espaço entre as tábuas de madeira permite a ventilação sem deixar o material orgânico escapar. A base aberta diretamente para o solo, facilita a drenagem e a troca de nutrientes com o ambiente. A estrutura foi medida para o cálculo da quantidade de material orgânico necessário para preenchê-la, e foram mapeados os equipamentos necessários para realização do workshop.

Ao longo das reuniões presenciais de planejamento, foram discutidos coletivamente tópicos que permeiam o planejamento do workshop, os conteúdos sobre economia circular e a possibilidade de utilização da borra de café descartada pela cafeteria do ISEG na composteira seca. Nas discussões coletivas, foi reforçado a importância da participação ativa dos estudantes na elaboração da composteira e a vontade de presentear os participantes com um “pedaço” da mini floresta como recordação da vivência. Os participantes receberam, ao final do workshop, 1 pote com sementes de espécies da mini floresta, um pequeno material didático dos ciclos biogeoquímicos que ocorrem na composteira seca do ISEG (APÊNDICE G) e um

material pedagógico informativo sobre o processo de decomposição na composteira (APÊNDICE H).

Figura 2 - Confeção dos potes com sementes de espécies da mini floresta e cartão informativo distribuídos para os participantes do workshop de compostagem.



Fonte: Foto tirada pela autora. 2024.

A figura 2 é um registro fotográfico do resultado da confecção coletiva, realizada pela equipe de sustentabilidade do ISEG, a equipe do projeto da mini floresta coordenado pela professora Orianna e pela professora Sofia Bento, dos potes com sementes de espécies da mini floresta e com o cartão informativo distribuídos para os participantes do workshop de compostagem. No cartão informativo havia informações técnicas e conceitos discutidos durante a oficina, dicas de como plantar as sementes e de como cuidar das mudas de plantas.

Durante a explicação inicial da oficina, foi destacado que ocorrem diversas transformações químicas no composto orgânico da composteira, a quebra da matéria orgânica em nutrientes essenciais que enriquecem o solo e promovem o crescimento saudável das plantas. A partir da proposta de construção coletiva dos conhecimentos teóricos para depois aplicá-los na prática, os participantes da oficina foram disponibilizados em roda, para observar os processos naturais do ambiente. Um dos estudantes quebrou um galho seco, para discutir a necessidade de energia para realizar o processo de decomposição da matéria. Os participantes refletiram sobre os diversos átomos, tais como carbono, oxigênio, nitrogênio, que coexistem na natureza, se interligando para compor a matéria. Durante a reflexão, foram

abordados conceitos técnicos sobre as transformações químicas no ambiente e a economia circular. O átomo de nitrogênio (N), por exemplo, é essencial para o crescimento das plantas, é responsável pela formação de proteínas e pela produção de clorofila, que é vital para a fotossíntese. Um solo rico em nitrogênio promove o melhor crescimento das folhas e fortalece o desenvolvimento geral da planta.

Após o momento inicial, os participantes foram orientados sobre como fazer a limpeza da cobertura do solo e o empilhamento dos compostos para confecção da composteira. Todos se organizam naturalmente para trabalhar em duplas ou trios, se dispersaram pela mini floresta com os equipamentos de manutenção do solo para fazer a limpeza do local, disponibilizando as pilhas conforme combinado inicialmente. A vivência foi mediada pela equipe da oficina, estimulando o trabalho em equipe, a resolução de problemas reais e o sentimento de pertencimento à natureza.

Figura 3 - Participantes da oficina separando o material orgânico utilizado na elaboração da composteira seca da mini floresta do ISEG



Fonte: Foto tirada pela autora. 2024.

A figura 3 é um registro fotográfico dos participantes da oficina separando o material orgânico utilizado na elaboração da composteira seca da mini floresta do ISEG. Durante a vivência prática, como curiosidade, foi exemplificado que, no Brasil, as pessoas tomam muito whey protein para malhar, pois as proteínas do shake auxiliam na formação dos músculos.

Todos os participantes se mostraram empolgados com a descoberta, o que fomentou um amplo diálogo sobre diferenças culturais, climáticas, hábitos alimentares e sobre a economia circular acontecendo na prática. A partir da compostagem, estava sendo criado em conjunto, um “whey” para as plantas, rico em nitrogênio, que irá auxiliar no crescimento forte das gerações ecológicas futuras da mini floresta.

Figura 4 - Elaboração das camadas da composteira seca com os resíduos orgânicos da mini floresta do ISEG.



Fonte: Foto tirada pela autora. 2024.

A figura 4 é um registro fotográfico dos participantes da oficina elaborando cuidadosamente as camadas da composteira seca com os resíduos orgânicos da mini floresta. Essa disposição é importante para auxiliar o processo natural de decomposição, controlar a umidade na composteira e facilitar a passagem do fertilizante natural diretamente para o solo. Nos diversos processos biogeoquímicos que ocorrem no sistema técnico montado, o fósforo (P) é importante para o desenvolvimento de raízes e flores, além de contribuir para a síntese de DNA e transferência de energia nas plantas. Este elemento, quando rico no solo, estimula o crescimento das raízes e a produção de sementes, flores e frutos, ajudando na reprodução da planta. Com o processo de compostagem, o solo ficará mais rico em micronutrientes que contribuem para gerar energia para as plantas.

O potássio (K), regula o uso de água, melhora a resistência a doenças e é vital para o funcionamento metabólico das plantas. A presença de potássio no solo fortalece a planta, aumentando sua resistência a estresses climáticos e doenças, e melhora a qualidade dos frutos. Nas plantas, o K desempenha uma função importante no funcionamento metabólico, regula a absorção e o uso da água, controla a abertura e fechamento dos estômatos, permitindo que a planta gerencie a entrada e saída de água, o que é vital para suportar períodos secos.

Figura 5 - Construção coletiva das camadas alternadas da composteira seca com os resíduos orgânicos da mini floresta do ISEG.



Fonte: foto tirada pela autora. 2024.

Conforme demonstrado na figura 5, a composteira seca foi elaborada em camadas alternadas de materiais "verdes" (folhagens frescas, ricas em nitrogênio) e materiais "secos" ou "marrons" (folhas secas, galhos, ricos em carbono). Esse equilíbrio entre os elementos naturais dos compostos carbono e nitrogênio é essencial para acelerar o processo de decomposição realizado pelos fungos e bactérias do ecossistema. Foi discutida a importância de elementos abióticos, como o oxigênio e umidade, para o curso da ação de decomposição, reforçando a necessidade da composteira ser arejada. Na composteira fechada é inserido material úmido, por esse motivo necessita ser fechada para controlar odores e evitar pragas.

Ao vedar a composteira úmida, o de decomposição fica acelerado, e requer cuidados extras para evitar a falta de oxigênio no ecossistema.

No caso da composteira construída na mini floresta do ISEG, foi utilizado apenas material seco e folhagem (sem restos de alimentos), a estrutura aberta de madeira (figura 5) permite boa ventilação, essencial para a decomposição lenta e eficiente. Ao colocar o material verde por cima da composteira criamos uma camada protetora, os odores são reduzidos, atraindo menos insetos, além de manter o equilíbrio do composto. Com o objetivo de manter o controle da umidade, o conteúdo da composteira seca deve ser revirado periodicamente, para que a decomposição ocorra adequadamente.

A composteira é, tal como o terrário, um ator híbrido, quase-objeto/quase-sujeito, misturando e entrelaçando elementos da natureza e da cultura (LATOUR, 1994). Sua construção é tecida por vários fios, o processo de decomposição realizado pelos fungos e bactérias, o equilíbrio de elementos abióticos como o carbono, o oxigênio e o nitrogênio, que participam ativamente do processo de transformação química da matéria orgânica da mini floresta. Lentamente os fios tecem uma rede que entrelaça elementos biológicos, ecológicos, econômicos, se enreda com o social e o técnico através da construção coletiva das camadas alternadas de materiais orgânicos. A utilização de conhecimentos técnicos sobre a economia circular e a organização dos participantes no trabalho em equipe. A prática de compostagem engaja ativamente a comunidade acadêmica com temas e conceitos que permeiam o ciclo natural de regeneração. A composteira, como um ator híbrido ativo na rede, borra as fronteiras demarcadas pela modernidade ao evidenciar o entrelaçamento entre a produção de resíduos (social/cultura), a regeneração do solo (natureza) e a economia circular (político/social). A crise sanitária global da pandemia da COVID-19 é traduzida em soluções pedagógicas locais, tais práticas se configuram como atos de Cosmopolítica (STENGERS, 2014), em busca de caminhos para composição do mundo comum (SANTOS; BRANQUINHO, 2020).

A oficina de elaboração coletiva da compostagem em Lisboa (Portugal) promoveu a desierarquização de saberes (LATOUR, 1994), ao colocar em diálogo conhecimentos práticos (como o manuseio de materiais) e conhecimentos técnicos (as camadas da composteira e sua manutenção) e conhecimentos ecológicos (relações ecológicas, decomposição, fotossíntese e respiração). O processo de compostagem demanda a compreensão do funcionamento do ecossistema da mini floresta do ISEG, os elementos híbridos, como a umidade, temperatura, exposição ao sol e microrganismos, bactérias e fungos, são atores que influenciam ativamente o curso da ação. Latour (2020) reforça que reconhecer a potência de agir de cada actante da

rede sociotécnica é essencial para “atingir a consciência ampliada dos laços que mantemos uns com os outros”. Nesse sentido, a prática da composteira se torna um espaço de aprendizagem social, acadêmica e ecológica, compondo uma rede heterogênea.

A prática de elaboração da composteira seca abre espaço para que os atores explicitem novos universos, múltiplos cosmos, o exercício de re-imaginar como queremos viver. Em diálogo com a Cosmopolítica (STENGERS, 2014), a rede da composteira seca evidencia que não há política que não considere os múltiplos cosmos, as controvérsias (re)articuladas a cada negociação. O terrário, revela um microcosmo de conflitos ontológicos e epistêmicos, em que a produção de conhecimentos é traduzida e enredada por elementos materiais, sociais, técnicos e políticos (LATOUR, 1994). A composteira, como prática de economia circular, questiona a lógica moderna do descarte, transformando resíduos em recursos valiosos. Cada ação, cada cosmos, cada controvérsia nos direciona para a trilha da busca pela composição do mundo comum, um processo contínuo de negociação e tradução.

As atividades práticas, como a confecção do terrário e a oficina de compostagem, geram inscrições físicas (LATOUR, 2016) que auxiliam a estabilizar a rede e multiplicam os testemunhos dos atores. O diário de bordo dos estudantes, por exemplo, é uma inscrição física e um registro etnográfico que permite evidenciar o entrelaçamento íntimo entre UERJ e ISEG, Rio de Janeiro e Lisboa, Brasil e Portugal, revelando a politemporalidade. Nesse sentido, é possível considerar o próprio terrário e a composteira, em si, inscrições ativas que desafiam a as dicotomias modernas, os desvios técnicos, panes, falhas e negociações geram novos cursos da ação, direcionando os atores a buscar novas associações buscar soluções locais, evidenciando a agência dos atores híbridos da rede. O planejamento didático da oficina de compostagem e as apresentações elaboradas em parceria com a co-orientadora professora Sofia Bento (como o artigo “Pesquisa-ação na crise plural dos vivos: compreender, imaginar, praticar, organizar a transformação eco-social” indicado para leitura) são exemplos de inscrições práticas que movem a rede.

O terrário, confeccionado durante o isolamento social global imposto pela COVID-19, evidenciou o processo de tradução (LATOUR, 2012) a partir de um inventário de soluções práticas-pedagógicas locais. Da mesma forma, a elaboração da composteira seca em Lisboa revela o entrelaçamento indissociável entre local-global. As ações de regeneração do solo, por exemplo, se conectam com discussões globais realizadas durante a semana de sustentabilidade do ISEG. A prática de pesquisa-ação fomenta a ACT crítica e democrática, fortalecendo a

formação cidadã para a reorganização social, questionando as desigualdades de acesso à tecnologia e promovendo a justiça social na educação pública.

1.4 Articulando caminhos em busca da composição do mundo comum

O diário de bordo povoado pela doutoranda durante a estadia em Lisboa (2024), com as vivências e experiências práticas da vida acadêmica, e com os registros fotográficos da elaboração da oficina de compostagem, funcionam como inscrições físicas que se interconectam com às coletadas no Brasil, como os diários de bordo dos estudantes da UERJ durante a disciplina “ciência e educação em ciência” (2021), evidenciando a politemporalidade (LATOUR, 1994). A partir das inscrições mapeadas, é possível coletar pistas para descrever como as controvérsias e as negociações em ambos os contextos, no Brasil e Portugal, moldam a produção de conhecimentos e a realidade social. Em diálogo com o referencial da pesquisa-ação (EGMOSE, HAUGGAARD-NIELSEN & JACOBSEN, 2022) e as noções-chave da ANT, busca-se entrelaçar os elementos híbridos da rede sociotécnica, que misturam as dimensões éticas, políticas e culturais às práticas do terrário e da composteira, reforçando o objetivo da tese de contribuir para a compreensão da sociedade científica e técnica da qual fazemos parte. O terrário e a composteira compõem o inventário prático de ações coletivas práticas tangíveis e regenerativas que buscam alternativas para a forma de ser e estar no mundo.

A crise eco-social refere-se à interconexão entre crises ambientais e sociais, onde as questões de degradação ambiental, desigualdade social e injustiça econômica se entrelaçam. Essa crise resulta em impactos diretos na qualidade de vida, saúde e bem-estar das populações, especialmente as mais vulneráveis (EGMOSE, HAUGGAARD-NIELSEN & JACOBSEN, 2022). A prática da compostagem é apresentada nesta pesquisa de tese como uma ação prática da pesquisa-ação em busca da composição do mundo comum. A oficina em questão colocou em diálogo habilidades práticas, conhecimento técnico e ecológico, promoveu o protagonismo e o trabalho em equipe, fortaleceu a integração entre teoria e prática, estimulando a formação de indivíduos críticos no que se refere ao nosso papel na construção de um futuro mais sustentável. A atividade experimental promoveu o diálogo entre os indivíduos da comunidade universitária, contribuindo para reflexão sobre a transformação da concepção dos resíduos orgânicos da mini floresta, tidos como “inúteis” para a natureza,

em recursos valiosos para manutenção da vida da Terra. A partir da prática foi possível discutir o papel da compostagem e sua relevância para a transformação eco social.

A partir do ensino por investigação e das metodologias ativas é possível abordar conceitos que permeiam temas como a sustentabilidade, ciclos naturais e gestão de resíduos, fortalecendo as noções que permeiam a ACT. Ao vivenciar na prática como ocorre a transformação química de folhas e galhos em adubo natural, os alunos desenvolvem uma sensibilização ecológica e responsabilidade ambiental, elementos que contribuem na formação de cidadãos críticos. A valorização da relação com a natureza evidencia o impacto positivo da compostagem na mini floresta, criando um ciclo natural de regeneração. A prática incentivou a participação ativa na preservação atual e futura da mini floresta, promovendo um senso de pertencimento e de responsabilidade compartilhada.

A composteira seca é a aplicação prática de um sistema simples para transformar resíduos vegetais, como folhas, galhos e restos de jardinagem, em adubo natural, mas, é também, a possibilidade de renovar o nosso envolvimento com as ecologias vivas nas quais estamos inseridos e democratizar as transformações eco sociais, os desastres climáticos e de biodiversidade, abordados como sintomas de uma crise eco social plural. O terrário é um microecossistema fechado que, ao propor reproduzir em escala reduzida a vida na Terra, exige responsabilidade e cuidado na manutenção dos elementos bióticos e abióticos, atuando como um microcosmo de conflitos ontológicos e epistêmicos, e constantes negociações entre os atores da rede. Já a composteira seca, é vivenciada como uma prática de pesquisa-ação para transformação eco-social, promovendo o ciclo natural de regeneração e promovendo a produção de conhecimentos que permeiam a economia circular.

A definição didática de um terrário é que este é uma reprodução, em escala reduzida, do ecossistema em que vivemos. Se apropriar da Terra como um sistema vivo e em equilíbrio pode ajudar os alunos no desenvolvimento de posturas e valores importantes na relação entre o ser humano, o conhecimento e o ambiente (BRASIL, 1998). Pela proposta de representar um ecossistema em miniatura, o terrário foi utilizado durante a disciplina como objeto de estudo para discutir os impactos da pandemia da COVID-19 e da intervenção do homem no meio ambiente e no ecossistema em que vivemos. Nesse sentido, o experimento permite ao professor abordar uma série de conceitos relativos ao ambiente, sustentabilidade, recursos renováveis, relações entre os seres vivos e entre estes e os fatores abióticos (não vivos), como solo, água, luz e ar. Além disso, é possível discutir os ciclos naturais que ocorrem na natureza, como o ciclo da água e do carbono, em diálogo com processos biogeoquímicos, como a

respiração e a fotossíntese. A proposta didática de montagem de um terrário visa fortalecer a relação entre teoria e prática, aguçar o espírito investigativo e a autonomia dos estudantes, e pode ser aplicada desde a pré-escola ao Ensino Médio, utilizando estratégias metodológicas diferentes em cada segmento educacional. Nos ciclos iniciais do ensino fundamental, a atividade ajuda a abordar as condições de vida na Terra, aproximando os alunos da noção de ambiente como resultado das interações entre seus componentes heterogêneos.

Os estudantes foram convidados a adaptar o experimento ao seu contexto socioeconômico e cultural individual, um grande desafio diante das desigualdades evidenciadas pela pandemia e pela falta de acesso a recursos tecnológicos. A partir desta prática pedagógica, foi possível incentivar a autonomia discente na escolha dos materiais e equipamentos para a confecção dos terrários individuais, buscando substituições para falta de recursos como potes de vidro, terra, pedras, cascalho, areia, carvão, musgo e mudas de plantas.

No terrário é possível rastrear pistas de conflitos socioambientais que emergem da associação e negociação entre os atores híbridos da rede sociotécnica em questão. A partir das narrativas tecidas pelos estudantes nos diários de bordo (APÊNDICE E) realizados durante a confecção do terrário, é possível evidenciar que a degradação ambiental não é "democrática" e os riscos não atingem todos igualmente, independentemente de cor ou classe (BULLARD, Robert D.; ACSELRAD, Henri.). Este trabalho é um convite para, coletivamente, desvendar as assimetrias de poder e as diversas formas de se conceber e interagir com o meio ambiente, com a natureza, a cultura, a sociedade, a política, a ciência e os modos de existência. Arriscando um diálogo improvável, pode-se afirmar que os fundamentos promovidos na ecologia política alinham-se à crítica da cosmologia moderna que reforça os abismos dualistas, e busca, em alguma medida, um pluriverso onde caibam muitos mundos, vozes, culturas e narrativas (ACSELRAD, Henri; MARTINS, Andreza). As relações de poder, as escolhas políticas, técnicas e econômicas que permeiam o estudo de caso do terrário, nos dão "pistas" de quem governa o "regime de natureza", reforçando hierarquias impostas pela modernidade.

A autora Cecília Mello (2016), em seu estudo "O empresário, a ong, os marisqueiros, a criança: um estudo de caso sobre a variação de sentidos de um manguezal em disputa", afirma que o território pode ser considerado como o entrelaçamento de modos distintos de existência dos diferentes atores envolvidos da rede. A pesquisa sobre as disputas que envolvem o manguezal propõe "um olhar para o território como algo que não está dado

previamente, 'suspendendo-o' em princípio da análise", enfatizando que é o "movimento desses grupos que os distinguem qualitativamente e não o pertencimento a um dado território" (p. 65). Em diálogo com a autora, o experimento do terrário pode ser considerado um "micro" território construído, em que forças políticas, econômicas e culturais se confrontam, gerando múltiplas controvérsias. Em diálogo com as noções-chave propostas pela ANT, considera-se que o "território" pode ser compreendido como algo que não está dado previamente, não é fixo e imutável, mas sim resultado de um processo de constantes negociações, onde se definem sentidos, usos e modos de apropriação do espaço nos diferentes multiversos do terrário.

A busca pela composição do "mundo comum" não é um conflito que se manifesta apenas como uma disputa sobre o uso de recursos ou equipamentos para realização do experimento do terrário, que configura um conflito ambiental tradicional. Este estudo de caso se inicia com um conflito demarcado sobre a forma de enxergar a realidade e sobre a própria definição de "social", questionando a fundamentação do pensamento moderno-ocidental, que reforça os abismos dualistas (LATOUR, 1994). O terrário, como ator híbrido, natural-social, não separa fatores bióticos e abióticos; ele os entrelaça em uma teia dinâmica de controvérsias e negociações para manter o curso da ação e o equilíbrio do ecossistema. Ao descrever a rede sociotécnica do terrário é possível evidenciar pistas de que ele mistura elementos tradicionalmente "naturais", como as reações químicas, fenômenos biológicos, ecológicos, plantas, solo, água, CO₂, O₂, fungos, bactérias, luz, com elementos "sociais" ou "culturais", como as emoções, descobertas, tecnologias, técnicas, pote de vidro, colher, carvão, cascalho, memórias familiares. Nesse sentido, é impossível para uma aspirante a pesquisadora da sociologia das associações categorizar o terrário como natural ou social, definir onde começa a técnica e onde termina a cultura.

Em diálogo com as noções-chave da ANT, a elaboração do terrário no Rio de Janeiro e a elaboração da composteira seca em Lisboa, revela o entrelaçamento íntimo entre local-global, desafiando concepção moderna de que o global é um contexto distante que simplesmente influencia o local (LATOUR, 2012). A composteira seca da mini floresta do ISEG, também revela-se um ator híbrido, natural-social, que mistura folhas, galhos, fungos, bactérias, materiais e equipamentos, emoções, e o próprio planejamento de pesquisa-ação para transformação eco-social. A elaboração dos terrários no Brasil (UERJ) é considerada, nesta pesquisa de tese, como uma tradução do contexto de isolamento social imposto mundialmente pelo vírus da COVID-19. As discussões geradas pelo experimento — como o monitoramento

da umidade e temperatura local no terrário — alinham-se a práticas científicas globais de monitoramento e compreensão ecológica, conectando o microcosmo do terrário a discussões maiores sobre sustentabilidade e interdependência planetária abordados na oficina de compostagem da mini floresta em Lisboa. A rede sociotécnica do terrário se estende e se estabiliza evidenciando conexões globais-locais.

As tecnologias digitais, como os vídeos no YouTube e o AVA da UERJ, atuaram como mediadores que redistribuíram orientações globais em práticas locais. Essa mobilização global de ferramentas digitais sustentou a continuidade da educação pública no Brasil. O terrário, ator ativo na rede sociotécnica, é um palco de controvérsias, onde a crise sanitária global é traduzida em soluções pedagógicas locais, borrando fronteiras físicas e temporais de modo indissociável. A vivência da compostagem e a elaboração do terrário são exemplos práticos da proposta de elaboração de atividades pedagógicas com fundamentos na ANT, considerando a desierarquização dos saberes e dando “voz” a todos os atores da rede.

A oficina de compostagem foi estruturada como um espaço de integração entre teoria e prática, utilizando os fundamentos das metodologias ativas e do ensino por investigação. Os professores mediadores traduziram conceitos científicos complexos usando exemplos do cotidiano dos participantes, as analogias cotidianas traduziram os conceitos químicos em aspectos culturalmente relevantes, gerando múltiplos diálogos entre os participantes sobre a economia circular na prática, entre os saberes científicos e populares. Ao entrelaçar o conhecimento científico sobre os ciclos biogeoquímicos dos elementos de N, P e K com experiências do cotidiano, a oficina buscou reforçar que o conhecimento científico não é mais legítimo ou superior a outros saberes. As controvérsias e negociações durante a vivência prática foram valorizadas como elementos pedagógicos que estimulam a investigação e a autonomia.

Este capítulo introdutório teve como objetivos apresentar a jornada da pesquisadora, destacar o panorama da experimentação na educação em ciências no Brasil e em Portugal, e apresentar o terrário como um ator híbrido. Para encerrar, esta seção visa articular os conceitos promovidos ao longo do capítulo, a alfabetização científico-tecnológica (ACT), a abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS), o ensino por investigação (EnCI) e as metodologias ativas. Estes marcos didáticos não são isolados, eles se entrelaçam e se complementam em diferentes momentos, fornecendo arcabouço teórico e metodológico para a

compreensão da experimentação no ensino de ciências e da contribuição da ACT para a formação cidadã crítica e para a democracia digital.

Atualmente, a ACT é compreendida por muitos autores da área como um compromisso fundamental das ciências da natureza para o ensino fundamental (MEC, 2017, p. 319). Seus objetivos específicos vão além da aquisição de conhecimentos científicos, buscando contribuir para a formação para a cidadania. Indivíduos alfabetizados cientificamente são capazes de utilizar saberes, conhecimentos e práticas da cultura científica para modificar o mundo e intervir na sociedade (SASSERON, 2018; CARVALHO, 2018; STRIEDER & WATANABE, 2018; SILVA, GEROLIN & TRIVELATO, 2018). Os pesquisadores apontam a importância de desenvolver estratégias pedagógicas que permitam aos estudantes tomar decisões informadas, buscar, analisar e avaliar informações de fontes confiáveis, e compreender a complexidade das conexões inerentes ao aprendizado científico contextualizado (SASSERON & JUSTI, 2018).

Em suas pesquisas, os autores Dantas & Maia (2020) evidenciam que, devido à intensa proliferação de notícias falsas (fake news) que circularam durante a pandemia da COVID-19, a divulgação científica se tornou um apoio crucial para o movimento da ACT. Além disso, destacam que a democratização da cultura das ciências cria oportunidades e habilidades para um melhor discernimento em aspectos que envolvem o acesso à saúde, à cidadania e ao engajamento político. Já as autoras Moraes, Araújo & Pagan (2024) caracterizam o momento pandêmico e seus impactos na educação básica, refletindo sobre as contribuições da ACT no enfrentamento aos desafios do isolamento social. Elas identificam possibilidades pedagógicas para a curadoria das fontes de forma adequada, visando a superação das fake news. Elas destacam também, que como combate às notícias falsas, os alunos buscaram novas formas de pesquisar informações de fontes confiáveis, destacando a luta por uma ciência mais democrática. Em um cenário de grande proliferação de notícias falsas, especialmente acentuado durante a pandemia da COVID-19, a ACT crítica e democrática torna-se essencial para formar indivíduos capazes de discernimento e de estar no mundo. A ACT, ao politizar a educação científica, também facilita a compreensão da cultura digital e combate a desinformação.

A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), que emergiu como um movimento no campo educacional nas décadas de 70/80, dialoga diretamente com a ACT na medida em que valoriza as questões sociocientíficas e a cultura digital. As autoras Carvalho (2018) e Sasseron & Justi (2018), apontam que a ACT é uma ferramenta essencial para o

desenvolvimento do pensamento crítico e da formação para a cidadania, sendo estes elementos fundamentais dentro da perspectiva CTS. Em suas pesquisas, Mori & Da Silva Curvelo (2018) discutem a influência do movimento CTS no ensino por investigação e a valorização das questões sociocientíficas, evidenciando um diálogo direto entre ACT e CTS. Elas enfatizam ainda, que tal abordagem destaca a necessidade de relacionar o ensino de ciências com problemas reais do mundo, evidenciando o entrelaçamento entre as dimensões sociais, culturais, políticas e ambientais da ciência e da tecnologia.

A partir das evidências mapeadas neste capítulo, é possível afirmar que, a experimentação, quando orientada pela perspectiva CTS/CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), é capaz de promover processos educativos socioambientais democráticos, que colaboram para a educação para a cidadania, a justiça social e a participação colaborativa consciente dos discentes. Além disso, esta abordagem no campo educacional facilita o diálogo entre diferentes formas de conhecimento, saberes tradicionais, populares e científicos, conectando o local e o global, o antigo e o atual (LATOURET, 1994).

No que se refere ao Ensino por Investigação (EnCI), este é explicitamente definido como uma abordagem didática (Sasseron, 2021) que busca aproximar as práticas da ciência escolar das práticas científicas (Munford & Lima, 2007). As autoras Sasseron & Justi (2018) reforçam que o "ensino de ciências por investigação tem se destacado como uma linha de estudo na pesquisa em educação em ciências e como uma abordagem didática nas salas de aula" (p. 823). Já o documento curricular da BNCC "propõe que os estudantes desenvolvam habilidades e competências investigativas, como a formulação de hipóteses, a realização de experimentos e a análise de resultados". Além disso, as diretrizes curriculares do documento estabelecem que a "investigação ganha uma perspectiva epistemológica e social, com espaço relevante para a promoção de competências e habilidades gerais que se associam à aprendizagem científica" (BRASIL, 2017). Os autores Strieder & Watanabe (2018) discutem sobre as potencialidades do EnCI, evidenciando que os alunos se interessam por atividades baseadas em investigações pois estas promovem habilidades investigativas, novos conhecimentos, auxiliam na construção de uma visão mais crítica sobre as ciências e sobre os cientistas.

As Metodologias Ativas são o eixo central que perpassa e sustenta a implementação tanto do EnCI quanto da abordagem CTS (SASSERON & JUSTI, 2018; MORI, SILVA & CURVELO, 2018; CANSIAN ROLDI, JONIS SILVA & TRAZZI, 2018; SILVA, GEROLIN

& TRIVELATO, 2018; CAMPOS & SCARPA, 2018). As pesquisas propõem um ensino vinculado ao cotidiano dos alunos, através da contextualização do conhecimento e do trabalho interdisciplinar, em diálogo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Ao colocar os estudantes no centro do processo de ensino-aprendizagem, as metodologias ativas promovem a construção de conhecimentos por meio da valorização da experimentação, da prática, da problematização e da colaboração. O professor, nesse contexto, assume o papel de mediador na promoção do conhecimento, valorizando o diálogo, a reflexão e o trabalho em equipe. Essa abordagem fomenta o protagonismo discente e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e argumentativas.

No contexto desta tese, o terrário é apresentado como um ator híbrido que evidencia a intercomunicação dos conceitos apresentados em uma rede dinâmica de associações. A sua confecção e observação pelos estudantes durante a pandemia da COVID-19, materializa o ENCI a partir do levantamento de hipóteses, observação, registro e análise de fenômenos. A liberdade na escolha dos materiais e a busca por soluções criativas diante dos desafios do isolamento social e da escassez de equipamentos, são situações que refletem os princípios das metodologias ativas ao valorizar o protagonismo e a autonomia discente. A discussão sobre os ciclos naturais, os ecossistemas, a sustentabilidade, democracia digital e ferramentas tecnológicas na educação promovem a ACT, incentivando a curadoria crítica de informações e a compreensão interdisciplinar da produção de conhecimentos. A contextualização da experiência do terrário dentro dos desafios impostos pela pandemia (isolamento social, desigualdades de acesso, proliferação de fake news) nos convida a uma abordagem CTS/CTSA, evidenciando como a ciência se entrelaça com questões sociais, tecnológicas e ambientais, e como ações locais podem ter impactos globais.

Se você, leitor(a), chegou até aqui, devo te (re)lembrar que, esta tese investiga como a elaboração do terrário na pandemia da COVID-19 revela a complexa teia de associações entre atores híbridos, e, como as práticas pedagógicas que integram ACT, CTS, EnCI e metodologias ativas, contribuem para a composição do mundo comum na educação pública, especialmente em um cenário de incertezas.

1.5 Reunindo os botões

Esta pesquisa de tese está estruturada em cinco capítulos, além desta introdução e das considerações (quase) finais, com o objetivo de guiar o(a) leitor(a) por uma jornada

investigativa de incertezas, em busca de desvelar a complexa teia de associações entre atores híbridos e suas contribuições para a composição do mundo comum na educação pública.

No Capítulo 1, "Mapeando Incertezas: A Jornada da Pesquisadora", foi apresentada a trajetória pessoal e acadêmica da pesquisadora, contextualizando o surgimento do projeto de tese em meio aos desafios impostos pela pandemia da COVID-19 e a necessidade de ressignificar práticas docentes, como a elaboração do terrário no ensino remoto emergencial. Este capítulo estabelece o cenário da pesquisa e a relevância do terrário como ferramenta pedagógica para a alfabetização científico-tecnológica (ACT) e para o ensino por investigação (EnCI).

O Capítulo 2, "Mapeando as controvérsias: escolhas metodológicas para o levantamento da experimentação na educação em ciências no Brasil (2010-2024)", dedica-se à apresentação do levantamento bibliográfico de pesquisas brasileiras sobre experimentação no ensino de ciências, realizado no período de 2010 a 2024. Este capítulo mapeia tendências, tensões, novidades e evidencia elementos da "virada discursiva" que ocorreu em 2018, integrando a experimentação ao ensino por investigação. Foram mapeadas inscrições que evidenciam os impactos da pandemia no campo, fornecendo um panorama abrangente do tema da experimentação e fortalecendo a urgente necessidade de um inventário de ações práticas para novas abordagens educacionais.

Aprofundando a discussão teórico-metodológica, o Capítulo 3, "como transformar a sala de aula em um laboratório a céu aberto? Uma jornada em busca da composição do mundo comum na educação pública", coloca em diálogo o material empírico com os fundamentos da Teoria Ator-Rede (TAR/ANT), proposta por Bruno Latour, utilizando-a para rastrear as controvérsias e descrever a rede sociotécnica do terrário, revelando como as associações entre humanos e não-humanos moldam a realidade e o conhecimento científico.

No Capítulo 4, "considerações (quase) finais", serão apresentadas as reflexões e conclusões preliminares da pesquisa, reforçando a contribuição da tese para a compreensão da sociedade científica e técnica, e para o fomento da democracia digital e da justiça social na educação pública. Este capítulo destaca a agência dos atores híbridos e a importância de questionar as dicotomias modernas.

O Capítulo 5, "Da formiga míope à agência do terrário: um diálogo sobre as incertezas da pesquisa ANT em educação em ciências", oferece uma abordagem inovadora ao apresentar um diálogo fictício entre uma estudante de doutorado e o autor Bruno Latour. Este formato visa explorar as incertezas e os desafios metodológicos da pesquisa ANT, demonstrando a

transformação do olhar da pesquisadora e a potência do território, como objeto técnico-científico, de agenciar comportamentos e modos de vida, em busca de "reagrupar o social" e compor um mundo comum

2 MAPEANDO AS CONTROVÉRSIAS: ESCOLHAS METODOLÓGICAS PARA O LEVANTAMENTO DA EXPERIMENTAÇÃO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO BRASIL (2010-2024)

Com o objetivo de reconhecer o campo científico onde se insere a minha pesquisa e a minha pergunta de tese, foi realizado um levantamento sobre a produção de pesquisadores brasileiros acerca da experimentação no ensino de Ciências em periódicos de ensino de Ciências da Natureza. Procurei identificar e compreender não apenas que aspectos e dimensões vêm sendo destacados em suas pesquisas como também quais as lacunas e dificuldades que ainda existem na elaboração dessas atividades. A partir deste mapeamento, busco colocar um olhar com uma lente de aumento sobre um grupo cultural que produz o conhecimento que ressoa o modo como nós, como sociedade científica e técnica, funcionamos. Olhar para esse campo é olhar para nós mesmos.

Para o levantamento inicial foram selecionados quatro Periódicos de ensino de Ciências da Natureza — (1) Ciência & Educação, (2) Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, (3) Investigações em Ensino de Ciências e (4) Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. O periódico Ciência & Educação é classificado atualmente no Qualis 8 da CAPES como A1 e os demais como A2. Essa escolha metodológica se deu pois, em minha pesquisa de mestrado, realizei um levantamento no período entre 2000 e 2012 nas revistas indicadas, abrangendo as pesquisas que foram publicadas nos quatro periódicos nacionais voltados para a Educação em Ciências, e tive como objetivo dar continuidade ao levantamento bibliográfico anteriormente iniciado. A escolha por se fazer a análise de publicações em revistas se justifica no reconhecimento do papel que elas desempenham como meio de divulgação de conhecimento científico, e por serem empregadas pelos profissionais de educação na atualização de conteúdos ministrados, bem como para material bibliográfico de uso dos alunos e futuros professores.

Em um primeiro momento a seleção dos artigos foi realizada através da busca manual de cada edição das revistas (de 2012 até 2024) nos títulos, palavras-chaves e resumos, a partir das seguintes expressões: "atividades práticas", "experimentação didática" e "laboratório". Nesta fase inicial, foram selecionados todos os artigos que contivessem alguma dessas expressões, e após essa etapa, foi realizada uma análise mais aprofundada dos artigos que estivessem intimamente ligados às atividades experimentais no ensino de ciências em cada volume. Foi utilizado um sistema de busca manual, em que foram acessados todos os números contidos em cada uma das edições anuais e foram buscadas as expressões anteriormente citadas nos títulos, palavras-chave e resumo. Durante o período analisado, foram encontrados 80 artigos no total (Tabela 1). Após a seleção inicial, os artigos previamente levantados foram lidos na íntegra, bem devagar, para identificar pistas de quem somos nós e como se constroi a ciência na atualidade, buscando indicativos explícitos de que a produção tratava da experimentação.

A primeira revista analisada em sua totalidade foi a RBPEC. Selecionamos esta revista por conter o maior número de publicações sobre o tema no período analisado. Tais análises gerais resultaram nos seguintes quadros: (1) Relação geral das produções encontradas com a suas respectivas distribuições ao longo do período analisado; (2) Distribuição desses artigos no ensino fundamental, no ensino médio ou ensino superior e por área disciplinar (biologia, ciências, física, química, ciências da natureza); (3) Tabela geral referência aos seguintes critérios: objetivo geral de cada artigo, metodologia e resultados, referência bibliográfica; (4) Distribuição da produção acadêmica brasileira sobre a experimentação no ensino de Ciências por instituição e região. Os artigos analisados foram separados entre "revisões bibliográficas" e "relatos de experiência".

Após os primeiros resultados do levantamento anteriormente apresentado, submetemos os dados no formato de artigo para a revista RBPEC. O corpo editorial da revista nos deu o seguinte direcionamento "A partir de 2022, a RBPEC estabelece que manuscritos caracterizados como 'artigos de revisão' requerem um levantamento abrangente em bases de dados, período superior a 10 anos, justificativa da contribuição do levantamento para o avanço do conhecimento da área; detalhamento com rigor metodológico e o referencial de análise. Recomendamos que atendam a essas mudanças para uma futura submissão." Dessa forma, realizamos um novo levantamento nas revistas selecionadas nos editoriais publicados dos anos de 2023 e 2024. No próximo capítulo apresentaremos os

resultados iniciais e as análises do levantamento posteriormente realizado para submissão do artigo.

A partir do levantamento e da análise minuciosa dos artigos, textos e documentos curriculares que permeiam a experimentação na educação em ciência, busquei pistas que me ajudassem a compreender o que esse campo fala sobre educação em ciência e o que essa educação em ciência falada nesses artigos científicos dizem sobre a nossa sociedade científica e técnica. Quais são os princípios? Valores? Objetivos? Que autores são esses? Onde eles estão? Eles se baseiam em que referências bibliográficas? Esses autores falam do que? Qual o cenário da pesquisa desses autores das revisões bibliográficas? Qual o papel que a ciência tem? Qual o papel que esse saber tem desses artigos? Ele é um saber superior que tem que sobrepor aos demais?

2.1 Rastreamento de pistas: o desenho metodológico para a cartografia da produção brasileira sobre experimentação

Para compreender o campo onde se insere a experimentação em educação em ciências, foi realizado um levantamento sobre a produção de pesquisadores brasileiros em 4 periódicos de ensino de Ciências da Natureza (de 2010 a 2024). Buscamos identificar e compreender não apenas que aspectos e dimensões vêm sendo destacados em suas pesquisas como também quais as lacunas e dificuldades que ainda existem na elaboração dessas atividades. A partir deste mapeamento, objetivamos discutir a integração entre a experimentação, o ensino por investigação e as metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem no campo da educação em ciências. Foram acessados todos os números contidos em cada uma das edições anuais buscando as expressões anteriormente citadas. Durante o período analisado, foram encontrados 97 artigos no total (Tabela 1).

Após a seleção inicial, os artigos previamente levantados foram lidos na íntegra, buscando indicativos explícitos de que a produção em questão tratava de experimentação.

Tabela 1 - Levantamento das pesquisas brasileiras referentes às atividades práticas e experimentação no Brasil

ANO	Ciência e Educação	Investigações em Ensino de Ciências	RBPEC	Ensaio	total
-----	--------------------	-------------------------------------	-------	--------	-------

2010	1	2	0	1	4
2011	1	0	1	1	3
2012	4	5	2	0	11
2013	1	1	3	2	7
2014	7	1	0	1	9
2015	2	2	0	4	8
2016	0	2	0	1	3
2017	5	0	0	2	7
2018	1	3	11	2	17
2019	5	2	0	0	7
2020	0	4	0	1	5
2021	1	2	0	0	3
2022	1	1	1	0	3
2023	1	1	2	2	6
2024	-	3	1	0	4
	30	29	21	17	
TOTAL	97				

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A Tabela 1 apresenta a distribuição das pesquisas referentes às atividades práticas e experimentação no Brasil no período de 2010 a 2024. Tais análises gerais resultaram os seguintes quadros de análise: (1) relação geral das produções encontradas com a suas respectivas distribuições ao longo do período mapeado; (2) distribuição desses artigos no ensino fundamental, no ensino médio ou ensino superior e por área disciplinar (biologia, ciências, física, química, ciências da natureza); (3) distribuição da produção acadêmica brasileira sobre as atividades práticas e experimentação no ensino de ciências por instituição e região; (4) objetivos e abordagens metodológicas nas pesquisas brasileiras sobre experimentação no Brasil. Os 21 artigos publicados na RBPEC foram analisados com os objetivos específicos: (i) identificar a instituição a qual os autores estão filiados, (ii) a região que as instituições estão localizadas, (iii) o ano de publicação do artigo, (iv) o nível escolar aos quais essas pesquisas estão vinculadas (fundamental, médio ou ensino superior); (v) categorizar em “revisões bibliográficas” ou “relatos de experiência”.

A análise da produção acadêmica por instituição nos auxilia a identificar as regiões geográficas do país nas quais a produção está concentrada, e se esta carrega influência histórica do período renovador do ensino de ciências (década de 60/70) ou do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (década de 80/90). O ano de produção dos artigos nos permite ter uma visão mais ampla de como a questão da experimentação vem sendo tratada, estudada e compartilhada no ensino de ciências ao longo das últimas duas décadas. Por sua vez, o nível acadêmico situa e diferencia a produção referente ao ensino fundamental, ensino médio e ensino superior. Os artigos classificados como “revisões bibliográficas” buscam frequentemente mapear a produção acadêmica da área, identificar lacunas e dificuldades, discutir referenciais teóricos sobre o tema e sistematizar estratégias pedagógicas sobre atividades investigativas (ALMEIDA & PEREIRA, 2023; GONZALEZ & SOARES, 2023; MARAGLIA, PEIXOTO & DOS SANTOS, 2023; SASSERON, 2018; MORI & SILVA CURVELO, 2018; SASSERON & JUSTI, 2018; STRIEDER & WATANABE, 2018; MORI & DA SILVA CURVELO, 2013; OLIVEIRA, CASSAB & SELLES, 2012; GONÇALVES & MARQUES, 2012). Os artigos classificados como relatos de experiência descrevem investigações práticas pedagógicas e suas contribuições, muitas vezes utilizando abordagens qualitativas como observações diretas, relatos descritivos, diários de campo e gravações (SILVA, FRANCO & MENDONÇA, 2024; WEBER, HEIDEMANN & VEIT, 2022; CAMPOS & SCARPA 2018; SÁ et al., 2018; NASCIMENTO & GOMES, 2018; CARVALHO, 2018; SILVA, GEROLIN & TRIVELATO, 2018; DOS SANTOS & GALEMBECK 2018; CANCIAN ROLDI, ; JONIS SILVA & TRAZZI, 2018; JUNIOR & FRANCISCO, 2013; SILVA & SERRA, 2013).

A partir da análise dos resumos dos 97 artigos (tabela 1) foi possível agrupar os artigos a partir de seus objetivos em comum, formato da metodologia de pesquisa, estratégias pedagógicas, diálogos com referenciais teóricos do campo, tendências e as lacunas das pesquisas brasileiras sobre experimentação na educação em ciências (MORI, SILVA & CURVELO, 2013; OLIVEIRA, CASSAB & SELLES, 2012; GONÇALVES & MARQUES, 2012).

Na Tabela 2 é possível identificar a distribuição das pesquisas por níveis de ensino e o foco da área disciplinar da experimentação no cenário brasileiro. De 21 artigos publicados na RBPEC, 4 se referem ao ensino fundamental, 4 ao ensino médio, 3 ao ensino superior (formação de professores) e 10 artigos que abordam o tema de forma geral sem identificar um segmento educacional específico. No que se refere às áreas disciplinares, há

um grande predomínio de pesquisas realizadas no ensino de ciências (9 artigos), seguido de 4 artigos publicados na área de biologia e 4 artigos da área de física, 3 artigos da área de química e 1 artigo de ciências da natureza.

Tabela 2 - Níveis de ensino e temas que as atividades de experimentação presentes nas pesquisas analisadas no levantamento bibliográfico

Nível de ensino estudado	No de artigos		
Revisão Bibliográfica	9		
Relato de Experiência	12		
Segmento de ensino	No de artigos	Tema	No de artigos
Ensino Fundamental	4	Ensino de Ciências	11
Ensino Médio	4	Química	3
Ensino Superior	3	Física	4
Pré-vestibular	1	Biologia	4
Sem segmento específico	8	Ciências da Natureza	1

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Os dados apresentados na tabela acima contribuem para a compreensão dos enfoques das pesquisas sobre experimentação na educação em ciências no Brasil. Os 12 foram categorizados como relatos de experiência, descrevem práticas pedagógicas, refletem criticamente sobre o papel desta prática na construção do conhecimento científico, como evidenciado nos trabalhos de Weber, Heidemann & Veit (2022), Junior & Francisco (2013) e Silva & Serra (2013). Esses estudos abrangem a prática científica em diálogo com a dimensão afetiva e social da aprendizagem, incluindo o interesse dos alunos e a valorização do trabalho colaborativo. Nos relatos de experiência, professores e pesquisadores compartilham dificuldades, limitações, estratégias pedagógicas, adaptações estruturais e resultados obtidos, compartilhando dados empíricos para a reprodução de atividades experimentais por outros educadores. Como ressaltam as autoras Silva & Serra (2013, p. 11), a experimentação serve como ponte entre teoria e prática, permitindo aos estudantes atribuir significados aos conceitos científicos. “A leitura de mundo enquanto experiência histórico-social configura-se em todas as relações produzidas na experiência, passando a ser, também, a relação que os sujeitos estabelecem com os fenômenos que os cercam mediante a experimentação científica.” (FRANCISCO & JUNIOR, 2013, p. 50).

Na revista RBPEC, em 2018, há a publicação de uma edição especial de “ensino por investigação”. No levantamento inicial, esses artigos não foram selecionados por não apresentarem as expressões “atividades práticas”, “experimentação” e “laboratório”, porém, ao analisar os resumos dos artigos publicados em 2018, é possível perceber traços da experimentação, do método científico, do levantamento de hipóteses e da ACT em diversos estudos, mas, não com o nome de “experimentação”, e sim, de “ensino por investigação”. Aparentemente a experimentação teria sido englobada pelo ensino por investigação, pautado nas metodologias ativas. A partir deste levantamento, buscamos compreender se, a partir deste ano em questão, a experimentação havia mudado de nome, de forma, de conteúdo e de base, buscando traços nesses artigos que evidenciam que o ensino por investigação traz uma mudança de princípios, valores, visão de natureza, de sociedade, de como o homem está inserido no campo da educação em ciência.

A partir de 2018, os autores começam a compartilhar suas experiências dentro de sala de aula não mais com o foco nas ações do professor, e sim com o foco no papel do aluno, suas vivências, competências e habilidades. Antes de 2018, os pesquisadores falavam de um lugar “de fora” da sala de aula, a partir dos levantamentos bibliográficos. Nos relatos de experiência, os autores são professores relatando a experimentação de dentro da sala de aula. Os textos publicados em 2018, de forma geral, (a) discutem aspectos gerais teórico-metodológicos para o planejamento e a implementação do ensino por investigação, principalmente em situações formais de educação no ensino fundamental e no ensino médio; (b) descrevem a implementação de atividades experimentais em sala de aula; (c) abordam as contradições e dificuldades do ensino por investigação; (d) discutem aspectos teóricos do ensino por investigação considerando modos de implementar esta metodologia em situações de ensino; (e) realizam pesquisas bibliográficas com o objetivo de sistematizar perspectivas apresentadas na literatura sobre atividades investigativas; (f) buscam definir a abordagem do Ensino por Investigação com o intuito de contribuir para a elaboração e desenvolvimento de novas pesquisas e práticas escolares; (g) realizam pesquisas empíricas cujo foco foi o envolvimento e ações de estudantes e professores quanto ao planejamento, à realização ou avaliação de atividades investigativas; (h) estabelecem relações entre o conhecimento conceitual e o desempenho de estudantes na execução de uma atividade investigativa; (i) relatam vivências dos estudantes na investigação científica a partir da participação do processo de construção científica; (j) compartilham curiosidades e vivências dos estudantes, a observação de fenômenos e

realização de experimentos, e a valorização do lúdico e da imaginação no processo investigativo e (I) analisam o novo documento curricular com base em pressupostos teóricos atuais do ensino por investigação.

Os autores e pesquisadores da área destacam em seus trabalhos que, diante do contexto atual, o foco não deve ser a formação de uma nova geração de cientistas, como proposto no período renovador do ensino de ciências. É preciso contribuir para que a população tenha condições de se envolver com questões sociocientíficas e isso requer, além de conhecimentos científicos, compreender como a ciência funciona, o que, por sua vez, implica na realização de investigações científicas (STRIEDER & WATANABE, 2018, p. 823). As autoras Sasseron & Justi (2018) reforçam no editorial de abertura que o ensino de ciências por investigação tem se destacado como uma linha de estudo na pesquisa em educação em ciências e como uma abordagem didática nas salas de aula.

As autoras destacam que, inicialmente, o EnCI estava intimamente associado à ideia de ‘hands on’ (mão na massa), em que o aluno estivesse participando ativamente do processo de ensino e aprendizagem, o que revela a ênfase no cumprimento de etapas de um roteiro descritivo de ações para a conclusão de uma atividade (método científico). Em outras palavras, baseava-se, essencialmente, no desenvolvimento de conhecimento de processos, levantamento de hipóteses e interpretação de fenômenos. Uma mudança de destaque sobre os processos ocorreu a partir da percepção de que os mesmos não devem ser realizados apenas como práticas experimentais, sendo importante o desenvolvimento do conhecimento conceitual em conjunto com o desenvolvimento do conhecimento dos processos (SASSERON & JUSTI, 2018). Concomitantemente a essa mudança de percepção da experimentação na educação em ciências, com a elaboração do documento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino fundamental, publicado no final de 2017 (BRASIL, 2017), a investigação ganha uma perspectiva epistemológica e social, com espaço relevante para a promoção de competências e habilidades gerais que se associam à aprendizagem científica (SASSERON, 2018).

Para a etapa do ensino fundamental, a BNCC apresenta as áreas de conhecimento e os componentes curriculares de cada área disciplinar da educação básica. Para cada área do conhecimento há competências específicas listadas, são apresentadas as unidades temáticas, os objetos de conhecimento e as habilidades. São cinco as áreas de conhecimento propostas na BNCC e nove os componentes curriculares. A BNCC propõe que ao longo do ensino fundamental, a área de ciências da natureza tem “um compromisso com o desenvolvimento

do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências” (BRASIL, 2017, p. 321).

É importante ressaltar que as atividades investigativas não se reduzem a práticas de experimentação/laboratório. Situações que envolvem problemas do cotidiano, questões sociocientíficas ou socioambientais também incentivam a investigação para serem compreendidas e decifradas. Strieder & Watanabe (2018) discorrem sobre as potencialidades da utilização do ensino por investigação a partir do levantamento de trabalhos acerca do tema. Eles apontam que os estudos afirmam que a partir destas práticas os alunos se interessam por atividades baseadas em investigações, desenvolvem habilidades investigativas, aprendem conceitos e modelos científicos, constroem uma visão mais crítica sobre as ciências e sobre os cientistas, percebem a importância das ciências para a compreensão e solução de problemas do mundo real. Os autores citam o trabalho de Barrow (2006), para analisar a utilização de atividades investigativas no contexto do ensino de ciências e afirmam que não há uma definição clara sobre o que significam. Nesse sentido, eles apontam três perspectivas distintas do EnCI: as atividades centradas no desenvolvimento de capacidades de investigação (elaboração de hipóteses ou a realização de experimentos para interpretar fenômenos); as atividades que valorizam a compreensão dos alunos do processo de construção da ciência (como pesquisam e trabalham os cientistas e elementos relacionados à natureza da ciências); e as atividades que visam o aprendizado de conceitos científicos, a compreensão de questões sociocientíficas e dos processos de investigação. Já as autoras Silva, Gerolin & Trivelato (2018) destacam o EnCI como uma “abordagem didática promissora para a apropriação das práticas epistêmicas, visto que pressupõe a criação de um ambiente de aprendizagem no qual o estudante participe de forma ativa na investigação, valorizando também aspectos epistêmicos e sociais do empreendimento científico” (p. 907).

A partir do levantamento realizado e dos artigos analisados, é possível afirmar que os autores apontam que o ensino por investigação deve proporcionar: o envolvimento ativo dos estudantes a partir da resolução de problemas e de questões disparadoras; levantamento de hipóteses; a coleta, análise e interpretação de dados; interpretação de fenômenos; a elaboração de conclusões a partir do que foi observado; comunicação, diálogo e reflexão acerca do processo investigativo; valorização do trabalho em equipe; registro e interpretação de dados; promoção de conceitos, teorias e modelos científicos; e

continuidade do processo investigativo (SASSERON & JUSTI, 2018; MORI & DA SILVA CURVELO, 2018; STRIEDER & WATANABE, 2018; SASSERON, 2018; ROLDI, SILVA & TRAZZI, 2018; SANTOS & GALEMBECK, 2018; SILVA, GEROLIN & TRIVELATO, 2018; CARVALHO, 2018; NASCIMENTO & GOME, 2018; SÁ, MALINE, MAUÉS & SOUZA, 2018; CAMPOS & SCARPA, 2018; WEBER, HEIDEMANN & VEIT, 2022).

A partir das pesquisas analisadas na tabela 2 é possível identificar algumas características da experimentação antes de 2018, pautada no método científico e na comprovação de teorias, e algumas características do ensino por investigação, que propõe uma mudança de paradigma: busca formar sujeitos ativos que elaboram hipóteses, investigam problemas reais, coletam e interpretam dados, e constroem coletivamente conhecimentos científicos. Essa abordagem, alinhada à BNCC e às metodologias ativas, valoriza não apenas a aprendizagem conceitual, mas também o desenvolvimento de competências investigativas, críticas e cidadãs, preparando os alunos para intervir de forma reflexiva e ética no mundo.

Tabela 3 - Distribuição da produção acadêmica brasileira sobre as atividades práticas e experimentação no ensino de Ciências por instituição e região.

N. de artigos	Instituição	Cidade	Região
8	Universidade Federal de São Carlos Universidade de São Paulo (USP) Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	São Paulo (SP) Campinas	Região Sudeste
1	Universidade Federal Fluminense (UFF) Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	Rio de Janeiro (RJ)	Região Sudeste
4	Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)	Minas Gerais (MG)	Região Sudeste
1	Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)	Espírito Santo (ES)	Região Sudeste
2	Universidade de Brasília (UNB) e Universidade Federal do ABC	Brasília (BSB)	Região Centro-Oeste
1	Universidade Federal de Goiás (UFMG)	Goiás (GO)	Região Centro-Oeste
1	Universidade Federal da Grande Dourados (UFRGD)	Mato Grosso do Sul (MS)	Região Centro-Oeste
1	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Rio Grande do Sul (RS)	Região Sul
1	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	Santa Catarina (SC)	Região sul

1	Universidade Federal de Tocantins (UFT) Universidade Federal de Alagoas (UFAL)	Tocantins (TO) Alagoas (AL)	Região Norte e Nordeste
---	---	--------------------------------	----------------------------

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Na Tabela 3 é possível evidenciar a distribuição da produção acadêmica brasileira sobre as atividades práticas e experimentação no ensino de ciências por instituição e região. A partir dos dados apresentados, pode-se destacar a grande publicação de artigos e produção de pesquisas acerca da experimentação no ensino de ciências e biologia concentrada na região sudeste (13 artigos), seguida de 4 artigos publicados na centro-oeste, 2 artigos publicados na região centro-oeste, 2 artigo na região sul e apenas 1 artigo publicado na região norte/nordeste nos últimos 24 anos. Como hipótese, acreditamos que tal número expressivo de publicações na região sudeste pode conter traços históricos herdados das inúmeras e diversas instituições criadas a partir dos "projetos curriculares" organizados nos anos 60 que valorizavam a experimentação e a formação de pequenos cientistas. Neste período, o Brasil tinha uma história de promoção do ensino de ciências a partir do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), em São Paulo, em que eram produzidos manuais de laboratórios e textos, além de equipamentos para a experimentação (KRASILCHIK, 2000). Destaco também a significativa iniciativa do Ministério da Educação (MEC), em 1963, em que foram criados seis centros de ciências nas maiores capitais brasileiras (São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Recife, Porto Alegre e Belo Horizonte). Dessa forma, muitos relatos de experiência dos artigos levantados evidenciam a importância do período renovador e do grande investimento naquela época em kits de laboratório, manuais de atividades experimentais para alunos e professores, investimento em materiais para experimentação e em formação de professores de ciências.

Na tabela 4, 9 artigos são classificados como "revisão bibliográfica" e 8 como "relato de experiência" (8 artigos). Os 9 artigos classificados como levantamentos bibliográficos buscam: investigar a natureza das pesquisas brasileiras realizadas acerca da experimentação, compreender o que está sendo publicado na área, investigar como ocorre a produção de conhecimentos, identificar lacunas e dificuldades na execução de atividades experimentais na educação e explorar as potencialidades da experimentação na produção do conhecimento científico (MORI, SILVA & CURVELO, 2013; OLIVEIRA, CASSAB & SELLES, 2012; GONÇALVES & MARQUES, 2012). No que se refere aos procedimentos metodológicos, as pesquisas caracterizadas como levantamentos bibliográficos apoiam-se em múltiplas fontes de busca (a) artigos publicados revistas e periódicos da área; (b) banco

de dissertações, teses e artigos publicados em periódicos nacionais e (c) em coleções de livros didáticos de ciências aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático-PNLD/2007. As revisões bibliográficas elencam protocolos e estratégias pedagógicas para a implementação de atividades experimentais em sala de aula, com o intuito de incentivar a utilização desta ferramenta pedagógica em outros contextos educacionais.

Tabela 4 - Objetivos e abordagens metodológicas nas pesquisas brasileiras sobre experimentação no Brasil

Objetivos	Abordagem metodológica	Referências
Discutir a produção de pesquisadores brasileiros acerca da experimentação no ensino de Ciências e Biologia, procurando identificar e compreender não apenas que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em suas pesquisas como também quais as lacunas ainda existem.	<i>Revisão bibliográfica.</i> Mapeamento e a discussão das pesquisas brasileiras que tratam da experimentação no ensino de ciências e biologia no período de 1990 a 2009. O quanto a área de Ensino de Ciências e Biologia tem se dedicado aos estudos sobre experimentação? É possível reconhecer grupos ou pesquisadores voltados especificamente para essa temática? Como o quantitativo de publicação dos trabalhos se comporta no período temporal definido pela pesquisa em questão? Em quais segmentos de ensino o uso da experimentação tem sido objeto de atenção? Quais são os objetivos e abordagens metodológicas assumidos nas pesquisas? Quais concepções de experimentação dão suporte aos estudos? Quais são as referências teóricas e as metodologias mais frequentes? Analisaram 15 artigos publicados em 8 revistas no período de 1990 a 2009.	DE OLIVEIRA, Alexandre Alberto Queiroz; CASSAB, Mariana; SELLES, Sandra Escovedo. Pesquisas brasileiras sobre a experimentação no ensino de Ciências e Biologia: diálogos com referenciais do conhecimento escolar. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 12, n. 2, p. 183-209, 2012.
Analisar o panorama da produção sobre experimentação no ensino de Química por meio da identificação de dissertações, teses e artigos publicados em periódicos nacionais acerca dessa temática. Foram identificadas, no período entre 1972 e 2006, 18 pesquisas realizadas em programas de pós-graduação stricto sensu e 15 artigos em periódicos da área de ensino de Química e Ciências.	<i>Revisão bibliográfica.</i> Experimentação no ensino de Química por meio da identificação de dissertações, teses e artigos publicados em periódicos. Dissertações, teses e artigos publicados em periódicos nacionais - Período entre 1972 e 2006. Exploraram as categorias circulação inter e intracoletiva para compreender características da produção e disseminação dos trabalhos sobre as atividades experimentais no ensino de Química, como sugerem as investigações supracitadas.	GONÇALVES, Fábio Peres; MARQUES, Carlos Aberto. A circulação inter e intracoletiva de pesquisas e publicações acerca da experimentação no ensino de Química. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 12, n. 1, p. 181-204, 2012.
Relatar uma investigação com	<i>Relato de experiência.</i>	SILVA, Sandra Maria;

atividades experimentais no ensino de ciências para comprovar a existência do ar, realizada com alunos da segunda série do ensino fundamental. Investigação com atividades experimentais no ensino de ciências para comprovar a existência do ar, realizada com alunos da segunda série do ensino fundamental. A pesquisa buscou investigar conhecimentos e contribuições dos alunos nas atividades experimentais e influência destas na motivação para a aprendizagem.	Atividades experimentais no ensino de ciências para comprovar a existência do ar, realizada com alunos da segunda série do ensino fundamental. Uma abordagem metodológica qualitativa foi empregada e a coleta de dados ocorreu por meio de observações diretas, relatos escritos e desenhos produzidos pelas crianças. As intervenções dos pesquisadores e as contribuições dos estudantes foram videogravadas. O estudo trouxe informações relevantes sobre o envolvimento e interesse dos alunos pela investigação, mostrando que atividades desse tipo, podem contribuir para aspectos que vão muito além das questões específicas do saber científico, podendo atingir objetivos vinculados à dimensão afetiva, respeito às opiniões divergentes e valorização do trabalho em grupo. A pesquisa foi desenvolvida com 17 alunos da 2ª série do Ensino Fundamental, com faixa etária entre oito e nove anos, de uma escola municipal da cidade de Dourados/MS. O tópico abordado nas atividades experimentais vinculou-se à comprovação da existência do ar, conteúdos que integram o programa de ensino de ciências desse ciclo.	SERRA, Hiraldo. Investigação sobre atividades experimentais de conhecimento físico nas séries iniciais. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 13, n. 3, p. 09-23, 2013.
Relatar uma atividade de leitura associada à apresentação de experimentos mediante vídeos disponíveis on-line, desenvolvida em sala de aula com estudantes de um curso pré-vestibular localizado no município de Araraquara-SP.	<i>Relato de experiência.</i> Demonstração de experimentos de química para o pré-vestibular. Alfabetização e letramento científico. Atividade de leitura associada à apresentação de experimentos mediante vídeos disponíveis on-line, desenvolvida em sala de aula com estudantes de um curso pré-vestibular localizado no município de Araraquara-SP. Após problematização do tema por meio de aulas expositivas dialógicas foram produzidos novos textos. Os resultados indicaram que a atividade de leitura auxiliou a manifestação de habilidades cognitivas de baixa e alta ordem. Ademais, em linhas gerais, foi possível notar evolução na aprendizagem após a discussão dos conceitos químicos, o que foi caracterizado, sobretudo, pela incorporação de características da linguagem científica durante a escrita dos textos. Destacam a importância da experimentação e os motivos para resistência na realização dessas atividades. Inclusão de recursos	JUNIOR, Wilmo Ernesto Francisco; FRANCISCO, Welington. Leitura e demonstração de experimentos por meio de vídeos: análise de uma proposta a partir da escrita dos estudantes. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 13, n. 2, p. 049-065, 2013.

	audiovisuais na experimentação.	
Analisar o conteúdo das 12 coleções de livros didáticos de Ciências aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático-PNLD/2007 (1ª a 4ª séries). Tendo encontrado nestes livros 182 propostas de experimentos com a ocorrência de transformações químicas, aplicou-se um instrumento para sua classificação quanto ao grau de participação exigido dos estudantes em sua condução.	<i>Revisão bibliográfica.</i> Experimentação para o ensino de ciências (conhecimentos químicos) nos PNLDs do ensino fundamental. Análise de Conteúdo das 12 coleções de livros didáticos de Ciências aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático-PNLD/2007 (1ª a 4ª séries). Tendo encontrado nestes livros 182 propostas de experimentos com a ocorrência de transformações químicas, aplicou-se um instrumento para sua classificação quanto ao grau de participação exigido dos estudantes em sua condução. As atividades que incentivam a etapa de planejamento do experimento são oito, sendo apenas duas que incentivam a formulação de hipóteses. Analisar como a produção editorial recente de livros didáticos de ciências no Brasil vem lidando com este aspecto da educação científica, considerando especificamente as propostas de experimentos relacionadas à aprendizagem do conhecimento químico nas séries iniciais do ensino fundamental.	MORI, Rafael Cava; DA SILVA CURVELO, Antonio Aprigio. O grau de participação requerido dos estudantes em atividades experimentais de Química: Uma análise dos livros de Ciências aprovados no PNLD/2007. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 13, n. 1, p. 65-86, 2013.
Abordar fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação; aspectos históricos de sua implantação no Brasil; diferentes abordagens e propostas para o ensino por investigação; estudos empíricos envolvendo estudantes dos níveis de ensino fundamental e médio, de natureza qualitativa e quantitativa, desenvolvidos em ambientes formais e não formais; estudos empíricos envolvendo professores da educação infantil e licenciandos; e uma análise do ensino por investigação a partir da Sociologia da Ciência, que busca apontar pressupostos a serem considerados no futuro.	<i>Revisão bibliográfica.</i> Este número temático surgiu da proposta de oferecer visibilidade à pesquisa que vem sendo desenvolvida sobre o tema. Em especial, marcam esta iniciativa a realização, em 2017, do EnECI – Encontro de Ensino de Ciências por Investigação e do XI ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, reuniões em que o ensino por investigação foi discutido por uma variedade de professores e pesquisadores do Brasil e de outros países. Após vários meses de trabalho, no qual contamos com a imprescindível e inestimável colaboração de dezenas de árbitros na avaliação dos mais de sessenta manuscritos submetidos, chegamos aos selecionados para compor este número da RBPEC. Este número temático sobre o Ensino por Investigação é composto por onze artigos, produzidos por pesquisadores de diferentes estados. Eles estão dispostos de modo a explicitar quatro principais vertentes.	Sasseron, L. H., & Justi, R. (2018). Editorial – Apresentando o Número Temático sobre Ensino por Investigação. Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências, 18(3), 761–764. https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183761

Investigar quais são os compromissos teóricos da Experimentoteca com o ensino por investigação e como estes são acompanhados de esforços práticos, por parte de seus idealizadores e seus usuários, visando a realização desse tipo de atividades experimentais.	<i>Revisão bibliográfica.</i> Interdisciplinar (ciências, química, física, matemática) Análise de co-ocorrências de substantivos na obra O livro da Experimentoteca, tomada como cânone do projeto quanto à sua fundamentação pedagógica. A Experimentoteca é um projeto desenvolvido pelo Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP), e busca prover as escolas da educação básica com materiais para o ensino experimental. A identificação dos esforços práticos decorreu da análise categorial de roteiros que acompanham os kits da Experimentoteca, seguida de um estudo documental dos trabalhos que já a tomaram como objeto. Os resultados indicam a existência de contradições entre os fundamentos teóricos do projeto (que manifestam uma preferência pela abordagem investigativa no ensino) e suas formas de apresentação e de uso na prática (que esbarram em limites como a estrutura organizacional da educação básica). O texto finaliza com apontamentos para a superação desse cenário contraditório. Influência do movimento CTS. Ensino por investigação.	MORI, Rafael Cava; SILVA CURVELO, Antonio Aprigio. A experimentoteca do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP) e o ensino por investigação: Compromissos teóricos e esforços práticos. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. 795-818, 2018.
Discutir uma sistematização das diferentes perspectivas de atividades investigativas, com ênfase nos objetivos formativos e visões de ciências, com a intenção de melhor compreender essa abordagem e contribuir para a elaboração e desenvolvimento de novas pesquisas e práticas escolares. Análise desenvolvida nos moldes da Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes, & Galiuzzi, 2007); análise de dados e informações de natureza qualitativa, desenvolvida com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos investigados.	<i>Revisão bibliográfica.</i> Discutir uma sistematização das diferentes perspectivas de atividades investigativas, com ênfase nos objetivos formativos e visões de ciências, com a intenção de melhor compreender essa abordagem e contribuir para a elaboração e desenvolvimento de novas pesquisas e práticas escolares. Para tanto, realizamos uma pesquisa de cunho bibliográfico, mais especificamente, uma análise da produção da área de ensino de ciências (4), por meio dos artigos publicados em revistas. Dentre os resultados, além de uma descrição da produção científica no que se refere aos objetivos das pesquisas, níveis de ensino e resultados encontrados, destacamos que as propostas analisadas apresentam diferentes objetivos formativos e visões de ciências, algumas pouco críticas e que podem veicular imagens deformadas sobre a ciência.	STRIEDER, Roseline Beatriz; WATANABE, Graciella. Atividades investigativas na Educação Científica: dimensões e perspectivas em diálogos com o ENCI. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. 819-849, 2018.
Analisar como as ciências figuram	<i>Revisão bibliográfica.</i>	SASSERON, Lúcia

no novo documento curricular nacional, a Base Nacional Comum Curricular, e, com base nisso, discutir como o trabalho em sala de aula pode contribuir para o ensino de ciências que realmente introduza as ciências como corpo de conhecimento nas salas de aula. Analisar como as ciências figuram na Base Nacional Comum Curricular. Discutir como o trabalho em sala de aula pode contribuir para o ensino de ciências que realmente introduza as ciências como corpo de conhecimento nas salas de aula.	Discussões teóricas que fundamentam nossa percepção da atividade científica como o desenvolvimento de práticas e a análise destas para o ensino de ciências nos cinco anos iniciais do Ensino Fundamental. Nestes anos de escolarização, usualmente as turmas ficam a cargo de um único professor generalista, formado em Pedagogia ou Normal Superior. Apresentaram elementos que constituem a BNCC e prosseguiram com uma breve análise sobre o componente curricular Ciências da Natureza conforme ali apresentado. Optaram por pautar as observações em proposições trazidas por pesquisadores que analisam a atividade científica em uma perspectiva sociologizada. Isso quer dizer que não se trata de um estudo sociológico das ciências, mas de um olhar para a atividade científica tomando-a como atividade social, pautada em normas e regras que influenciam em seu desenvolvimento.	Helena. 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, p. 1061-1085, 2018.
Analisar a mediação realizada em um museu de ciências durante uma atividade investigativa desenvolvida junto com um grupo de dez alunos de ensino médio de uma escola pública. Analisar a mediação realizada em um museu de ciências, o Instituto Nacional da Mata Atlântica, durante uma atividade investigativa desenvolvida junto com um grupo de alunos de ensino médio de uma escola pública estadual do Espírito Santo. A intenção foi caracterizar e problematizar a atividade proposta pelo museu na sua relação com a Escola. A atividade analisada trata de uma etapa de um projeto educativo realizado no museu na sua edição sobre “répteis”.	<i>Relato de experiência.</i> A matriz teórica e metodológica foi a histórico-cultural e inspiradas na abordagem do ensino por investigação e na ação mediada. A pesquisa teve cunho qualitativo e colaborativo uma vez que uma professora de biologia (2) e um pesquisador do museu de ciências trabalharam em parceria na elaboração de um roteiro investigativo que foi desenvolvido junto a um grupo de estudantes como parte de uma das ações do programa educativo do museu sobre a temática “répteis”. Os dados foram produzidos por meio de gravação de áudio e anotações em diário de campo durante o desenvolvimento da atividade. Para fins de análise, os dados foram selecionados e organizados em episódios que foram categorizados de acordo com os pressupostos do ensino por investigação: problematização e levantamento de hipóteses, teste de hipóteses e sistematização do conhecimento. As análises apontaram que durante o desenvolvimento da ação mediada, no contexto do museu de ciências, os alunos puderam vivenciar uma investigação científica participando ativamente do processo de construção do conhecimento.	Cancian Roldi, M. M., Jonis Silva, M. do A., & Trazzi, P. S. da S. (2018). Ação Mediada e Ensino por Investigação: Um Estudo Junto a Alunos do Ensino Médio em um Museu de Ciências. <i>Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências</i>, 18(3), 967–991. https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183967
Evidenciar o papel de sequências	<i>Relato de experiência.</i>	dos Santos, V. G., &

didáticas investigativas para o ensino e a aprendizagem em ciências, considerando de forma clara os objetivos e pressupostos educacionais inerentes a abordagens e metodologias mais ativas. Destaca como recorte de interesse, as contribuições de estratégias práticas e experimentais, pautadas no ensino por investigação, como possibilidade para a formulação de hipóteses de qualidade e perguntas bem estruturadas pelos alunos no decorrer do processo. Avaliar quais os impactos do desenvolvimento de sequências didáticas com enfoque investigativo para um ensino e aprendizagem de ciências mais contextualizado e significativo, contribuindo para a transformação deste cenário	Os dados apresentados originaram-se de uma sequência didática realizada em escola pública do ciclo inicial do ensino fundamental, em um grupo misto com 24 alunos do 3º ao 5º ano, no contraturno do ensino regular. Os resultados obtidos evidenciam contribuições significativas e validam os aspectos levantados na revisão bibliográfica do mesmo. Buscaram identificar as contribuições apresentadas em aulas de ciências por investigação na estruturação e elaboração de perguntas e hipóteses pelos alunos. Este estudo, ocorrido em dois anos consecutivos –2016/2017– foi desenvolvido em um grupo misto, composto por 24 alunos de 8 a 10 anos, compreendendo do 3 ao 5º ano do ensino fundamental de uma escola pública municipal, no estado de São Paulo. O grupo reuniu-se por até 4 horas semanais em um ou dois dias distintos, no contraturno da educação regular, tendo a pesquisadora e professora como mediadora das relações estabelecidas entre os envolvidos.	Galembeck, E. (2018). Sequência Didática com Enfoque Investigativo: Alterações Significativas na Elaboração de Hipóteses e Estruturação de Perguntas Realizadas por Alunos do Ensino Fundamental I. <i>Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências</i>, 18(3), 879–904. https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183879
Investigar a relação entre a autonomia dos estudantes para tomar decisões referentes às transformações do conhecimento ao longo do processo investigativo e seu engajamento com práticas epistêmicas numa atividade de ensino baseado em investigação. Este trabalho busca verificar se, no contexto de uma atividade didática planejada com base nos pressupostos do ensino por investigação, há uma relação positiva entre a autonomia dos estudantes e seu engajamento em práticas epistêmicas. Contribuir com uma maior compreensão sobre a relação entre engajamento em práticas epistêmicas, as transformações do conhecimento necessárias ao processo investigativo e o nível de abertura para atuação dos estudantes no ensino por investigação.	<i>Relato de experiência.</i> A sequência didática que possibilitou a coleta dos dados foi desenvolvida no decorrer de 14 aulas (7 semanas), ministradas entre o final do 1º semestre e o início do 2º semestre de 2013 para estudantes de Biologia do 1º ano do Ensino Médio (14/15 anos) de uma escola pública da região oeste da cidade de São Paulo. O tema norteador de toda a sequência didática foi dinâmica populacional, conteúdo previsto para o 1º ano do Ensino Médio segundo a Proposta Curricular do Estado de São Paulo (SEE-SP, 2008). Partiram das hipóteses de que os momentos com maior diversidade de práticas epistêmicas estariam associados às transformações performadas pelos alunos ao longo do processo investigativo, e que os mesmos momentos teriam alto grau de autonomia dos estudantes. Como procedimento, mapearam a ocorrência de práticas epistêmicas nas interações discursivas de dois grupos de estudantes ao longo de uma atividade de ensino por investigação sobre dinâmica populacional. As análises revelaram que os dois grupos de	Silva, M. B. e, Gerolin, E. C., & Trivelato, S. L. F. (2018). A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. <i>Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências</i>, 18(3), 905–933. https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183905

	estudantes conduziram suas investigações de formas distintas, realizando as transformações do conhecimento (dado → evidência → padrão/modelo → explicação) em diferentes momentos e de maneira não-linear. Evidências que os momentos de transformações ao longo do processo investigativo eram constituídos por processos de construção de consenso e de decisão.	
Enfatizar os resultados das investigações no LAPEF, destacando muitos dos conhecimentos produzidos ao longo das últimas décadas. A partir daí, identificaram um dos problemas mais relevantes que nos desafiam atualmente: quando os professores aplicam as sequências de ensino investigativos, por que encontramos, com muito mais frequência, maior liberdade intelectual e construção do conhecimento científico pelos alunos nas aulas de Ciências do Fundamental I do que nas aulas de Física do curso médio? Compartilhar conhecimentos e experiências desenvolvidos e vivenciados no LAPEF, levantando algumas hipóteses sobre tal problema, esperando que futuras investigações sobre as mesmas – ou outras a elas relacionadas – possam contribuir para prosseguir o programa de pesquisa.	<i>Relato de experiência.</i> Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (LAPEF) um conjunto de pesquisas sobre ensino, aprendizagem e formação de professores, tendo por base as atividades investigativas das Sequências de Ensino Investigativo (SEI), nos níveis Fundamental I e Médio.	Carvalho, A. M. P. de. (2018). Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. <i>Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências</i> , 18(3), 765–794. https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765
Identificar a influência do conhecimento conceitual sobre o desempenho de estudantes na execução de uma atividade investigativa, realizada em duplas, por meio de uma simulação computacional.	<i>Relato de experiência.</i> O desempenho dos estudantes foi avaliado segundo um conjunto de fatores: o total de experimentos realizados, a exploração do campo experimental, a porcentagem de variáveis independentes pesquisadas; e a quantidade de testes adequados e consistentes realizados. Participaram da pesquisa 160 alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública federal de Belo Horizonte. Os resultados sugerem que alunos que apresentam um maior conhecimento conceitual sobre o domínio teórico de conceitos de física na atividade também apresentam estratégias mais adequadas de controle de variáveis e de experimentação. Com base nos resultados obtidos, são discutidas as	Nascimento, R. D., & Gomes, A. D. T. (2018). A Relação entre o Conhecimento Conceitual e o Desempenho de Estudantes em Atividades Investigativas. <i>Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências</i> , 18(3), 935–965. https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183935

	implicações educacionais e propostas novas possibilidades de pesquisa na área.	
Analisar o processo de aproximação de uma professora da Educação de uma abordagem investigativa do ensino de ciências. Levantar duas questões: Como as atividades propostas pela professora foram se aproximando de uma perspectiva investigativa? Que deslocamentos de sentidos ocorrem na maneira como a professora compreende o ensino de ciências, ao longo de seu trabalho com as crianças?	<i>Relato de experiência.</i> Os dados da pesquisa foram construídos a partir de uma observação participante, ao longo de oito meses, em uma turma de Educação Infantil de uma escola pública municipal na disciplina de Ciências. No percurso da investigação foram realizados vários encontros entre a professora e a pesquisadora para o planejamento e a avaliação das atividades de ensino. Além disso, foram construídos dados por meio: (i) de entrevistas feitas pela pesquisadora com a professora; (ii) dos registros que a professora produziu das atividades didáticas e seus resultados; (iii) das produções das crianças; (iv) do caderno de campo da pesquisadora; (v) de fotografias feitas durante a pesquisa. Os resultados mostram que, ao longo das aulas, a professora criou estratégias didáticas para envolver as crianças nas atividades propostas e acolheu demandas apresentadas pela turma. As crianças compartilharam curiosidades, fizeram observações de fenômenos, realizaram experimentos, desenvolveram sua imaginação e se relacionaram de forma cada vez mais dialogada com a professora e com seus pares. Ao interagir com as crianças e com a pesquisadora, a professora se deslocou de uma visão mais tradicional para uma abordagem mais investigativa do ensino de ciência.	Sá, E. F. de, Maline, C., Maués, E., & Souza, A. D. C. (2018). Resignificação do Trabalho Docente ao Ensinar Ciências na Educação Infantil em uma Perspectiva Investigativa. <i>Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências</i>, 18(3), 993–1024. https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183993
Apresentar as concepções que estudantes de Ciências Biológicas expressam em escritos reflexivos sobre as possibilidades e desafios do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI), após os primeiros contatos com essa abordagem em uma disciplina do curso de licenciatura. Conhecimentos, crenças e concepções dos professores influenciam sua prática profissional. Conhecer as concepções dos licenciandos sobre EnCI é importante para compreendermos o que pode inibi-los de adotar essa abordagem, trazendo implicações para os	<i>Relato de experiência.</i> Foi realizada a análise de conteúdo de escritos reflexivos de 46 licenciandos. Os dados apontam que os licenciandos reconheceram satisfatoriamente as principais qualidades do EnCI relacionadas ao conhecimento pedagógico e ao conhecimento do tema. Os desafios citados relacionam-se principalmente ao conhecimento pedagógico. Foi possível identificar concepções limitantes ao uso do EnCI que se relacionam em parte à falta de experiência em ensino, esperada para esse estágio de formação e, em parte, a mitos culturais e tensões entre uma visão de ensino tradicional, centrada no professor, e uma visão de ensino	Campos, N. F., & Scarpa, D. L. (2018). Que Desafios e Possibilidades Expressam os Licenciandos que Começam a Aprender sobre Ensino de Ciências por Investigação? Tensões entre Visões de Ensino Centradas no Professor e no Estudante. <i>Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências</i>, 18(2), 727–759. https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182727

processos de formação docente.	centrada no estudante. Tornar as concepções explícitas e analisá-las profundamente junto aos professores em formação pode ser um passo inicial na desconstrução das concepções limitantes.	
Avaliar as contribuições do uso da metodologia de ensino “Episódios de Modelagem” (EM) para que estudantes de graduação em Física ampliem seus domínios sobre o campo conceitual da Modelagem Didático-Científica (MDC+), em particular sobre o trabalho experimental e sobre os conceitos de modelo científico, controle de variáveis e evidência experimental.	<i>Relato de experiência.</i> Avaliamos as contribuições do uso da metodologia de ensino “Episódios de Modelagem” (EM) para que estudantes de graduação em Física ampliem seus domínios sobre o campo conceitual da Modelagem Didático-Científica (MDC+), em particular sobre o trabalho experimental e sobre os conceitos de modelo científico, controle de variáveis e evidência experimental. Explorando essa metodologia em aulas de laboratório sobre, por exemplo, atenuação da luz e polarização, avaliamos também a sua contribuição para que os participantes ampliem seus domínios do campo conceitual da ótica. Adotando a perspectiva da MDC+, desenvolvemos quatro EM, cada um com enfoque em um conceito específico da MDC+. Por meio de um estudo de caso exploratório, tendo uma turma de uma disciplina de física experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como caso, respondemos às questões previamente levantadas no estudo.	WEBER, Rodrigo; HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque; VEIT, Eliane Angela. Um Estudo sobre as Contribuições de Atividades de Laboratório com Enfoque no Processo de Modelagem Científica no Domínio de Universitários sobre Conceitos de Ótica e sobre o Trabalho Experimental. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. e36646-32, 2022.
Identificar estratégias de ensino metacognitivas utilizadas no ensino de ciências, com a finalidade de auxiliar professores a proporcionarem melhores processos de aprendizagem cognitiva. Compilado de duas revisões sistemáticas realizadas no Portal de Periódicos da CAPES: uma de 1997 a 2017, realizada para uma dissertação de mestrado, tendo sido identificadas 20 estratégias; e outra de 2018 a 2021, com a identificação de 14 adicionais.	<i>Revisão Bibliográfica.</i> Esta revisão teve como objetivo identificar estratégias de ensino metacognitivas utilizadas no ensino de ciências, com a finalidade de auxiliar professores a proporcionarem melhores processos de aprendizagem cognitiva. Este artigo apresenta uma compilação de duas revisões sistemáticas realizadas no Portal de Periódicos da CAPES: uma de 1997 a 2017, realizada para uma dissertação de mestrado, tendo sido identificadas 20 estratégias; e outra de 2018 a 2021, com a identificação de 14 adicionais. Esse mapeamento passou por rígidos critérios de inclusão e exclusão, e os artigos foram catalogados no Zotero®. As estratégias foram brevemente descritas e mapeadas em termos de data de publicação, país de origem, nível educacional, conteúdo temático e desenho da pesquisa. Na sua maioria, eram estudos experimentais/quase experimentais,	MARAGLIA, Pedro Henrique; PEIXOTO, Mauricio Abreu Pinto; DOS SANTOS, Luciana Rocha. Mapeando Estratégias de Ensino Metacognitivas Para Educação em Ciências: Revisão Sistemática de Literatura. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. e38598-29, 2023.

	principalmente em relação ao ensino de matemática no Ensino Fundamental.	
Analisar as interações de crianças e professores na construção de um terrário à luz das teorias de Bakhtin, Benjamin e Larrosa. O embate dialógico que se instaura em sala de aula assume o caráter criativo, propiciando a reconstrução e a reinterpretação do terrário, aspectos fundamentais na atividade cognitiva nas aulas de Ciências. Mostrar a ética do risco na educação que permite a experiência de aprender e, a contemplação estética, que é o ato de olhar que muda o sujeito que enxerga, e que voltando a si próprio, para o mundo ético, volta com essa experiência de ter olhado. compreensão dos sentidos atribuídos à experiência, enquanto atos éticos e estéticos, de dois fragmentos de aula a respeito da construção de um terrário em uma aula de Ciências.	<i>Revisão bibliográfica.</i> Compreender os sentidos atribuídos à experiência, enquanto atos éticos e estéticos de dois fragmentos de aula de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental, em que se construiu um terrário. Para desenvolver a investigação, buscou-se auxílio, especialmente, nas teorias de Bakhtin, Benjamin e Larrosa. O objetivo era analisar a compreensão da experiência de construção de um terrário por uma professora e alunos. Importante nesta investigação é que a aula com o terrário se apresenta no processo dialético em que o experimento só encontra sentido no dialogismo. Nesta perspectiva, a atividade experimental não é ação isolada do sujeito que a propõe. A investigação remete à necessidade de as professoras que ensinam Ciências nos anos iniciais vivam o sabor de ensinar ciências com experimentos, vivam ex-postas à experiência de ensinar como sujeitos da experiência descrita por Larrosa.	ALMEIDA, Sheila Alves; PEREIRA, Bárbara Luiza Alves. Um Terrário no Aquário: O Experimento e a Experiência Como Atividade Ética e Estética. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. e41698-23, 2023.
Definir e categorizar trabalhos por meio do levantamento e seleção das produções, utilizando-se como critério as seguintes palavras-chave: jogo, lúdico, atividade lúdica, ludicidade, ludismo, jogo virtual, games, além de seus cruzamentos com os termos ensino, química ambiental e educação ambiental. Levantamento de publicações referentes ao uso de jogos no Ensino de Química Ambiental e Educação Ambiental no Brasil foi realizado junto aos seguintes bancos de dados: SciELO, Science Direct, Google Acadêmico e Periódicos da Capes, disponíveis na Internet. Selecionamos os trabalhos na ausência de um recorte temporal, para justamente analisar a produção acadêmica referente ao presente tema.	<i>Revisão bibliográfica.</i> Trazer o estado da arte de publicações sobre o uso de jogos no ensino das áreas em questão, buscando delinear um cenário em relação aos seguintes aspectos pedagógicos: classificação dos jogos de acordo com Roger Caillois, tipo de jogo utilizado, público alvo, discussão da cultura lúdica e tema do jogo. Análise de vinte e cinco publicações que incluíram um total de quarenta e seis jogos adotados para alunos do Ensino Fundamental até o Ensino Superior. jogos mistos do tipo agôn + alea se sobressaíram dentre os demais e os jogos pedagógicos foram preferidos diante dos didáticos. A maior parte dos trabalhos abrangeu uma breve discussão sobre a cultura lúdica inerente aos jogos e por fim, vimos que os temas dos jogos que prevaleceram foram aqueles relacionados à poluição atmosférica, à poluição da água e aos resíduos sólidos. Observando as produções encontradas e as inúmeras benesses no ensino provenientes do uso de jogos, entendemos que o lúdico no ensino de Química Ambiental e Educação	GONZALEZ, Beatriz Cruz; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. O Estado da Arte Sobre a Utilização de Jogos Para o Ensino de Química Ambiental e Educação Ambiental. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. e44692-30, 2023.

	Ambiental é ainda muito pouco explorado. O campo de pesquisa precisa ser mais difundido, culminando no maior uso de jogos nestas áreas, para debater tal tema de forma mais profunda e assídua.	
Acompanhar o cotidiano de aulas de ciências de uma turma ao longo do 8º ano do Ensino Fundamental. Vicenciar diferentes abordagens de ensino e, de modo mais expressivo, atividades orientadas pelo Ensino de Ciências por Investigação. Referencial das práticas epistêmicas (Kelly, 2008), o que viabilizou conexões analíticas entre o Ensino de Ciências por Investigação e o uso de Questões Sociocientíficas. São escassos os trabalhos que discutem dados de sala de aula. Ênfase em atividades orientadas pelo Ensino de Ciências por Investigação.	<i>Relato de experiência.</i> Analisar continuidades e mudanças na construção de práticas epistêmicas em dois contextos instrucionais distintos: investigativo (EnCI) e sociocientíficas (QSC). Baseados na Etnografia em Educação, acompanhamos estudantes de uma turma do 8º ano do Ensino Fundamental ao longo de um ano em aulas de ciências. Seleccionamos um evento para análise das práticas epistêmicas a partir de interações discursivas. Os resultados da análise deste evento, à luz de outros eventos ocorridos ao longo do ano, indicam relações complementares entre as abordagens EnCI e QSC. Atividades em contexto investigativo favoreceram o posicionamento consciente e justificado pelos estudantes em discussões sociocientíficas. Atividades em contexto sociocientífico, por sua vez, catalisaram a emergência de práticas epistêmicas mais complexas. Vantagens pedagógicas de articulações entre o EnCI e as QSC, entendidas como complementares, tendo em vista os objetivos da educação científica no século XXI.	SILVA, Edyth Priscilla Campos; FRANCO, Luiz Gustavo; MENDONÇA, Paula Cristina Cardoso. Ensino de Ciências por Investigação e Questões Sociocientíficas em Sala de Aula: Conexões a Partir da Análise de Práticas Epistêmicas. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. e51371-29, 2024.

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A predominância de relatos de experiência – especialmente no Ensino Fundamental e na área disciplinar ciências – reforça a pluralidade e a natureza interdisciplinar das pesquisas na área, ao mesmo tempo que, sinaliza a necessidade de maior diversificação metodológica e aprofundamento teórico em segmentos como o Ensino Superior e áreas específicas como física e química (GONZALEZ & SOARES, 2023; JUNIOR & FRANCISCO, 2013; MORI & DA SILVA CURVELO, 2013; GONÇALVES & MARQUES, 2012). Os estudos analisados revelam que as áreas disciplinares mais frequentes são ciências, química, física e biologia, com a presença de pesquisas interdisciplinares. Essa distribuição reforça o caráter interdisciplinar da disciplina 'ciências', historicamente consolidada pela integração de diferentes campos como física, química,

biologia e geociências, e a abrangência da experimentação em diversos segmentos educacionais. Os artigos analisados evidenciam: 1. a importância do papel do professor nas atividades experimentais, atuando como mediador na promoção do conhecimento; 2. as potencialidades e benefícios da experimentação em sala de aula para o engajamento ativo dos discentes e a construção do conhecimento científico; 3. a aplicação na prática do método científico, incluindo o levantamento de hipóteses e a interpretação de fenômenos; 4. as dificuldades enfrentadas por professores e pesquisadores para realizar a experimentação na educação, como a falta de infraestrutura e a adaptação ao ensino remoto.

Os dados apresentados na tabela 4 evidenciam uma virada discursiva a partir de 2018, impulsionada pela publicação da BNCC e eventos acadêmicos da área, que consolidaram o EnCI como paradigma didático. A experimentação assume uma nova “roupagem”, para ser compreendida de forma mais integrada e problematizadora. Os artigos publicados em 2018 investigam o papel das sequências didáticas investigativas e a autonomia dos estudantes, destacando o foco no protagonismo discente e no desenvolvimento de habilidades cognitivas e argumentativas (SASSERON, 2018; SASSERON & JUSTI, 2018; MORI, SILVA & CURVELO, 2018; STRIDER & WATANABE, 2018; CANCIAN ROLDI, JONIS SILVA & TRAZZI, 2018; SILVA, GEROLIN & TRIVELATO, 2018; CARVALHO, 2018; NASCIMENTO E GOMES, 2018; CAMPOS & SCARPA, 2018; SÁ *et al*, 2018). Muitos dos objetivos identificados nas publicações apresentadas na tabela 4 focam na construção ativa do conhecimento, desenvolvimento de habilidades cognitivas e na compreensão da natureza da ciência. Tais características alinham-se diretamente com o objetivo desta pesquisa de tese, de contribuir para a compreensão da ACT, para a formação crítica de indivíduos, capazes de utilizar o conhecimento científico para atuar na sociedade.

A tabela 4 fornece evidências concretas das pesquisas que moldam o campo da educação em ciências no Brasil, reforçando as tendências e transformações da experimentação ao longo dos últimos 12 anos. Os dados ilustram como as pesquisas brasileiras vêm se dedicando a entender e aprimorar as atividades experimentais, com um foco crescente no ensino por investigação e na formação de cidadãos críticos.

2.2 Resultados do levantamento bibliográfico: tendências, virada discursiva e o impacto da pandemia na experimentação em educação em ciências

O levantamento bibliográfico apresentado neste capítulo acerca das publicações sobre experimentação na educação brasileira (2012-2024) oferece contribuições significativas e inovadoras para compreender a sociedade científica e técnica da qual fazemos parte a partir do estudo da noção de alfabetização científico-tecnológica. Os dados apresentados revelam um mapeamento abrangente e atualizado da produção acadêmica sobre o tema no Brasil, ampliando discussões anteriores, permitindo a identificação de novas tendências, continuidades e ressignificações metodológicas.

A partir dos dados analisados, é possível afirmar que o número de artigos publicados sobre experimentação oscilou ao longo do tempo. Alguns anos analisados evidenciaram maior número de publicações, como 2018 (17 artigos) e 2012 (11 artigos), enquanto outros períodos tiveram uma quantidade significativamente menor, como 2011, 2016, 2021 e 2022 (3 artigos cada). O declínio de publicações sobre experimentação entre 2020 e 2022 pode ter ocorrido devido ao impacto da pandemia de COVID-19 no campo da educação, que limitou a realização de atividades práticas em escolas e universidades em decorrência do isolamento social. Silva, Souza & Andrade (2021) afirmam que a pandemia da COVID-19 provocou mudanças significativas na educação básica brasileira, especialmente no que se refere ao uso de tecnologias para viabilizar o ensino remoto, já que a crise sanitária evidenciou desigualdades no acesso a recursos tecnológicos, essenciais para a continuidade das atividades educacionais durante o distanciamento social. As autoras apontam diversos desafios enfrentados pela comunidade escolar e acadêmica no que se refere ao uso da tecnologia para manter práticas experimentais no ensino de ciências.

As autoras Pereira, Maia & Batista (2021) analisam os pensamentos, sentimentos, desafios e perspectivas de 209 professores de Juiz de Fora durante a suspensão das aulas presenciais. A pesquisa destaca preocupações com as acentuadas desigualdades, dificuldades nas práticas educativas curriculares e expectativas dos profissionais da educação com o retorno às escolas. A autora Grossi (2021) discute os impactos da pandemia na vida das famílias e na educação, explorando como a mudança para o ensino remoto durante o período de isolamento social afetou as dinâmicas familiares e a relação entre escola e estudantes. Nesse sentido, a autora ressalta que muitas famílias não tinham estrutura financeira e tecnológica para apoiar a experimentação em casa.

Na mesma direção, a autora Oliveira (2021) apresenta e discute as transformações

na educação com a consolidação da educação a distância (EaD) e metodologias híbridas, e destaca que o ensino remoto demandou novas estratégias para substituir práticas presenciais. Uma saída que os docentes encontraram para inserir a experimentação no ensino híbrido foi a utilização de vídeos e podcasts. A autora Junia Oliveira (2021) relata em suas pesquisas como o Brasil manteve as escolas fechadas em decorrência da pandemia por mais tempo em comparação com outros países, impactando o aprendizado dos estudantes. Junia ressalta ainda que o longo período sem atividades presenciais limitou drasticamente a realização de experimentos científicos na escola.

Os estudos mencionados anteriormente reforçam o argumento de que a pandemia afetou diretamente a realização de atividades experimentais, especialmente na educação em ciências, que assume caráter prático e interdisciplinar. Os principais desafios indicados nas pesquisas analisadas foram: falta de infraestrutura nas casas dos estudantes para realizar experimentos; dificuldade de adaptação dos professores para transformar atividades presenciais em práticas remotas; redução do tempo letivo e suspensão de aulas presenciais, o que impactou o currículo e as disciplinas que utilizam a experimentação e o ensino por investigação como metodologia de aprendizagem; desigualdade no acesso à tecnologia.

Os dados analisados evidenciam uma virada discursiva e prática no campo da experimentação, impulsionada entre 2017 e 2018. Antes de 2018, as pesquisas focaram na experimentação como procedimento; a partir de 2018, com a publicação de uma edição especial da RBPEC sobre "ensino por investigação", o termo ganhou destaque, englobando a experimentação, mas com uma nova roupagem. Essa mudança no "olhar" para o tema reorientou o foco das pesquisas, de um procedimento isolado puramente baseado no método científico, para uma abordagem integrada, contextualizada e problematizadora, alinhada às metodologias ativas, à cultura digital e à formação cidadã. O professor passa a ser visto como mediador e o aluno como construtor ativo da produção de conhecimentos. É possível destacar também, a forte influência da publicação das diretrizes da BNCC em 2017, já que esta enfatiza a promoção de práticas investigativas e, a experimentação, é destacada como um fator catalisador dessa virada (CARVALHO, 2018; SASSERON & JUSTI, 2018; SASSERON, 2018; MORI & DA SILVA CURVELO, 2018; STRIEDER & WATANABE, 2018).

A virada discursiva evidenciada a partir de 2018 no campo da educação em ciências no Brasil representa uma transformação paradigmática significativa na compreensão e na prática da experimentação, impulsionada por novos referenciais teóricos e documentos

curriculares da área. A BNCC desempenhou um papel catalisador fundamental, trazendo diretrizes que enfatizam a promoção de práticas investigativas no ensino de ciências e a valorização da experimentação. Este documento enfatiza a necessidade de desenvolver habilidades e competências investigativas, como a formulação de hipóteses, a realização de experimentos e a análise de resultados. Além disso, estabelece o letramento científico e a ACT como um compromisso da área de ciências da natureza para o Ensino Fundamental, envolvendo a capacidade de compreender, interpretar e transformar o mundo com base nos conhecimentos científicos.

A publicação de uma edição especial da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC) em 2018 sobre ensino por investigação foi um marco importante no campo da experimentação. A partir deste ano, o termo ganhou destaque, englobando a experimentação, mas com uma base conceitual renovada. Essa edição especial surgiu da proposta de dar visibilidade à pesquisa sobre o tema, catalisada por eventos como o Encontro de Ensino de Ciências por Investigação (EnECI) e o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), ambos em 2017. As pesquisas recentes mostram uma percepção mais ampliada do que o foco anterior na experimentação, como um procedimento "hands-on" (mão na massa) para cumprir etapas de um roteiro descritivo (método científico). A mudança de destaque ocorreu a partir da percepção de que os processos não devem ser realizados apenas como ações práticas isoladas, mas que é essencial a valorização da produção de conhecimentos e dos processos.

A partir dos dados analisados, é possível afirmar que a experimentação deixou de ser compreendida primariamente como um meio de comprovação de teorias científicas e reprodução da ciência nas escolas, para ser compreendida como uma estratégia pedagógica na construção de conhecimentos de forma ativa e participativa pelos estudantes. A partir de 2018, os estudos analisados focam menos nas ações do professor e mais no papel do aluno, suas vivências, competências e habilidades. O ensino por investigação passou a valorizar o envolvimento ativo dos estudantes na resolução de problemas, levantamento de hipóteses, coleta, análise e interpretação de dados, bem como a comunicação e argumentação, preparando-os para intervir de forma reflexiva e ética no mundo. O ensino por investigação incorporou a perspectiva epistemológica e social, associando a aprendizagem científica à promoção de competências e habilidades gerais, e não apenas ao domínio de conteúdos específicos.

Nesse sentido, a experimentação passou a alinhar-se às metodologias ativas, que

colocam os estudantes no centro do processo de ensino-aprendizagem, estimulando a construção do conhecimento por meio da problematização e colaboração. Pode-se evidenciar também, uma conexão com a cultura digital e a formação cidadã, incluindo a compreensão da natureza da ciência e a capacidade de se envolver com questões sociocientíficas. O papel do professor é ressignificado, de transmissor do conhecimento para mediador do processo de produção de conhecimentos.

O levantamento apresentado neste capítulo possui caráter inovador ao documentar as adaptações, desafios e desigualdades acentuadas no período de isolamento social causado pela pandemia da COVID-19. A pandemia causou um declínio nas publicações sobre experimentação entre 2020 e 2022, devido às limitações na realização de atividades experimentais. A partir da análise minuciosa dos artigos, é possível identificar evidências de como a pandemia impôs a necessidade de reinvenção das práticas docentes, impulsionando professores a buscar novas metodologias, estratégias e ferramentas educativas. Da mesma forma, as pesquisas apontam as adaptações buscadas pelos estudantes para se adaptar a novas formas de se relacionar e produzir conhecimentos. Neste sentido, esta pesquisa contribui também para a compreensão da cultura digital e da inserção das tecnologias no campo da educação em ciências, sendo possível destacar a importância da divulgação científica e da ACT no combate às fake, principalmente diante das *fake news* em um cenário de incertezas e grande volume de informações.

Em diálogo com a noção de “desierarquização dos saberes”, proposta pela teoria ator-rede (LATOUR, 2016; 2012; 1994), analisamos os dados apresentados como uma “formiga míope”, buscando evidências que reforçam o questionamento da separação moderna entre natureza e sociedade, sujeito e objeto. Propomos então, que os múltiplos conhecimentos mapeados, científicos, técnicos, práticos e cotidianos, não devem ser hierarquizados, mas vistos como contribuições igualmente válidas na construção da realidade e do conhecimento. A ANT nos proporciona ferramentas para compreender a experimentação não como um ato isolado, mas como uma “teia dinâmica de associações” entre humanos e não-humanos (plantas, água, tecnologias, políticas públicas, questões sociais, de saúde), que moldam e são moldados pela prática científica e educacional. A partir deste “olhar”, buscamos fomentar uma visão mais democrática e colaborativa em educação em ciência. Tais pistas mapeadas evidenciam o caráter híbrido do território, um quase-sujeito, quase-objeto que desafia as dicotomias modernas entre natureza e cultura, sujeito e objeto. A virada discursiva da experimentação, ao incentivar a investigação de

problemas reais e questões sociocientíficas, abre espaço para reconhecer a agência de todos os atores da rede, inclusive dos não-humanos.

O levantamento mapeado reforça que a experimentação é um elemento central para a aprendizagem ativa, investigativa e cidadã. Esta prática contribui para a formação de estudantes críticos, capazes de intervir socialmente no mundo. Os dados evidenciados revelam amplas transformações na concepção e na prática da experimentação, especialmente a partir da consolidação do ensino por investigação diante dos múltiplos desafios impostos pela pandemia da COVID-19. Esta pesquisa de tese fornece um panorama ampliado de discussões para pesquisadores, educadores e formuladores de políticas docentes (como professores em formação) na busca por uma educação científica mais democrática e integrada (SILVA, FRANCO & MENDONÇA, 2024; ALMEIDA & PEREIRA, 2023; GONZALEZ & SOARES, 2023; MORI, SILVA & CURVELO, 2018; SASSERON, 2018; STRIEDER, WATANABE & CARVALHO, 2018; SASSERON & JUSTI, 2018).

A pesquisa sobre experimentação no ensino de ciências no Brasil é um campo dinâmico e interdisciplinar, que explora diferentes abordagens e estratégias pedagógicas, referenciais teóricos e segmentos educacionais. O ensino por investigação, a integração de tecnologias na educação e a formação docente são temas que dialogam diretamente com a experimentação, evidenciando que o tema continua sendo um elemento central na educação em ciências.

Os artigos científicos mapeados são atores híbridos ativos na rede sociotécnica do território. A virada discursiva no campo da experimentação ocorrida a partir de 2018 fornece as primeiras pistas para a cartografia de controvérsias. A transição da "experimentação" para o "ensino por investigação" pode ser interpretada como um processo de tradução em que novos interesses, como a ACT, o movimento CTS na formação cidadã crítica, reconfiguraram as práticas pedagógicas na educação brasileira. Os 97 artigos levantados não são apenas dados quantitativos inertes e passivos, eles são inscrições ativas que agenciam comportamentos, conhecimentos, saberes e práticas, atuando como mediadores que impulsionam a desierarquização dos saberes ao legitimar a abordagem investigativa. Este mapeamento inicial do campo científico onde se insere a pesquisa de tese é o primeiro passo de uma formiga míope viajante para rastrear a formação de grupos e compreender como os atores híbridos da rede se associam em busca da composição de um mundo na educação em ciências.

3 COMO TRANSFORMAR A SALA DE AULA EM UM LABORATÓRIO A CÉU ABERTO? UMA JORNADA EM BUSCA DA COMPOSIÇÃO DO MUNDO COMUM NA EDUCAÇÃO PÚBLICA

Neste capítulo, embarcamos em uma jornada de incertezas para desvendar a rede sociotécnica do terrário, um experimento elaborado pelos alunos do curso de Pedagogia da UERJ durante a disciplina “ciência e educação em ciência” (2021), em um período de isolamento social imposto pela pandemia da COVID-19. Longe de ser um simples objeto passivo, o terrário se revela lentamente um ator híbrido, que nos convida a questionar as “Demarcações” modernas entre natureza e cultura, sujeito e objeto, ciência e sociedade.

Latour (1994), desde sua tese de doutorado "A vida de laboratório, a construção dos fatos científicos", questiona a autonomia pretendida pelas áreas do conhecimento, pelas ciências e pelas técnicas. De acordo com seu projeto intelectual, essa autonomia foi historicamente construída sobre a noção de separação entre natureza e cultura, uma dualidade que inaugura o pensamento moderno. O "processo de purificação" (LATOURE, 2016) é pautado no pensamento cartesiano que reforça os abismos dualistas, criando duas zonas ontológicas distintas: de um lado, os humanos; do outro, os não-humanos. O processo de purificação é, na verdade, uma ilusão que nega e oculta a proliferação de híbridos. Já o "processo de hibridização", cria misturas entre gêneros de seres completamente novos, híbridos de naturezas e culturas. Latour (1994) argumenta que, ao desviarmos nossa atenção simultaneamente para o processo de purificação e o de hibridação, deixamos instantaneamente de ser modernos, nosso futuro começa a mudar (p. 16). O processo de tradução envolve a negociação e a reconfiguração de interesses e conhecimentos na rede. Nesta pesquisa de tese, é possível identificar este processo, por exemplo, na adaptação do experimento à crise pandêmica. Nesse sentido, dialoga-se com a noção-chave de tradução (LATOURE, 2016) para rastrear como a rede sociotécnica do terrário se configura e se reconfigura diante das situações de provação e adaptação. Neste contexto, a elaboração do terrário foi uma tradução do isolamento social global imposto pela COVID-19 às soluções pedagógicas locais. O terrário, ator híbrido, atua como um “laboratório de tradução”, onde a escolha dos materiais, as adaptações à escassez de

recursos e as negociações sobre a manutenção do microecossistema reconfiguram o projeto inicial do experimento a todo momento.

Nas palavras de Latour (1994, p.54), os atores de uma rede heterogênea são entidades híbridas porque "não ocupam nem a posição de objetos que a Constituição prevê para eles, nem a de sujeitos, e porque é impossível encurralar todos eles na posição mediana que os tornaria uma simples mistura de coisa natural e símbolo social". Essa noção-chave da ANT nos convoca a descrever as associações e controvérsias entre atores híbridos, que não se encaixam nas categorias tradicionais do pensamento moderno, o qual rigidamente separa objeto e sujeito, natureza e cultura.

As entidades híbridas de uma rede sociotécnica revelam que as fronteiras entre os domínios tradicionalmente separados são fluidas, construídas pelo pensamento científico e legitimadas socialmente. Quando misturamos, sem o menor pudor, os desejos com as coisas, o sentido com o social, o coletivo com as narrativas, aceitamos o desafio de borrar as Demarcações. A partir do momento em que seguimos de perto os quase-objetos, estes podem aparecer algumas vezes "como coisa, outras como narrativa, outras ainda como laço social, sem nunca reduzir-se a um simples ente" (LATOUR, p. 87, 1994). Dialogamos com a noção-chave de desierarquização dos saberes ao reconhecer os híbridos, buscando questionar as hierarquias que a modernidade estabeleceu, evidenciando que todos os atores de uma rede possuem agência.

Sobre seu papel de professor-pesquisador, Latour diz no livro intitulado "Cogitamus seis cartas sobre as humanidades científicas (2016): "Pois bem, o objetivo do meu curso é questionar essa ideia de autonomia das ciências e das técnicas" (LATOUR, p. 13, 2014). A partir deste livro, aceitamos o convite para mapear a cartografia de controvérsias do território e, então, descrever como associações entre entidades híbridas moldam a realidade social e a produção de conhecimentos. Com os resultados preliminares de uma pesquisa da vida inteira, buscamos fornecer metodologias sustentáveis à luz da teoria ator-rede para promover a democracia digital e a justiça social no campo educacional brasileiro durante um dos maiores desafios urbanos contemporâneos, a pandemia da COVID-19.

Para descrever a rede sociotécnica do território, escolhi seguir um procedimento teórico-metodológico que caracteriza a ANT: mapear as controvérsias entre os atores que compõem a prática científica. Consideramos então, que a ciência se faz no emaranhado de associações, colaborações, traduções, desvios e constantes negociações. A cartografia de controvérsias, conforme proposta por Bruno Latour (2016) em seu curso de Humanidades

Científicas, é uma abordagem metodológica para analisar a dinâmica de discussões complexas que envolvem ciência, tecnologia e sociedade (p. 78). Todas as controvérsias sobre os objetivos e funções, confiabilidade e poder de predição, nos interessa de forma direta (p. 45). Em vez de buscar uma delimitação que reforça a separação hierárquica entre o que é "científico" e o que é "político" ou "social", a cartografia de controvérsias busca descrever e acompanhar a teia dinâmica de associações que caracterizam a construção de conhecimentos e a estabilização de fatos. Latour (2016) descreve "controvérsia" como todas as posições possíveis, desde a dúvida mais radical até a certeza indiscutível (p. 78). É importante destacar que o objetivo da cartografia de controvérsias não é resolver a controvérsia, classificá-la como certa ou errada, ou ainda, tomar partido, mas sim compreender como as associações entre atores híbridos formam diferentes "mundos" ou como os "multiversos" se articulam (LATOUR, 2016, p. 196).

Propomos então, olhar para o material empírico apresentado nesta pesquisa de tese a partir da abordagem ANT e, assim, apresentar um exemplo muito prático sobre como mapear as ciências e as técnicas em suas relações com a história, a cultura, a literatura, a economia, a vida cotidiana, as humanidades, as paixões políticas, os valores. Sobre isso, LATOUR (2016, p.66) diz: “Como é possível que ainda falemos das técnicas e das ciências como domínios distintos e separados do restante da história?”. Para compor um mundo comum e borrar as fronteiras, é preciso descrever as associações dinâmicas entre os atores, sem assumir que o "social" é preexistente a essas relações. Latour (2016; 2012; 1994) questiona que o social não é um cenário fixo, estático e imutável, mas um processo contínuo de articulações e negociações, onde cada associação entre atores gera controvérsias que nos ajudam a compreender como a realidade é tecida. Nas palavras dele (2012, p.14): “não faça um inventário de respostas e sim uma lista de incertezas às quais devemos atentar se pretendemos fazer ciência social no estilo ANT: incerteza quanto à natureza dos grupos, da ação, das coisas, dos fatos e sobre o modo de conhecer e descrever o social”.

Em diálogo com a noção-chave da “desierarquização dos saberes” (BRANQUINHO & SANTOS, 2007) buscamos questionar as hierarquias que a modernidade buscou estabelecer. As barreiras que delimitam abismos ontológicos e epistemológicos, criam hierarquias explícitas, onde o conhecimento científico é posicionado como superior, hegemônico e separado das questões sociais e políticas. A Ciência moderna buscava extrair "fatos indisputáveis diretamente da Natureza" para garantir concordância do público em

geral e acalmar as paixões políticas (BEZERRA & BRANQUINHO, 2018).

Nas próximas seções, convidamos o(a) leitor(a) a colocar a mochila nas costas e embarcar em uma jornada de incertezas, mapear as pistas, bem devagar, como uma formiga míope. Começamos nossa jornada considerando que não há conhecimentos "superiores" (científicos, técnicos) e "inferiores" (práticos, cotidianos). Este é um convite para descrever as controvérsias entre os atores da rede sociotécnica do território, sem categorias pré-determinadas, sem hierarquizar humanos e não-humanos, teorias e práticas, saberes científicos e outros modos de conhecimento (BRANQUINHO & LACERDA, 2017).

3.1 Fundamentos da teoria ator-rede (ANT): como rastrear as controvérsias como uma formiga míope, sem pressa?

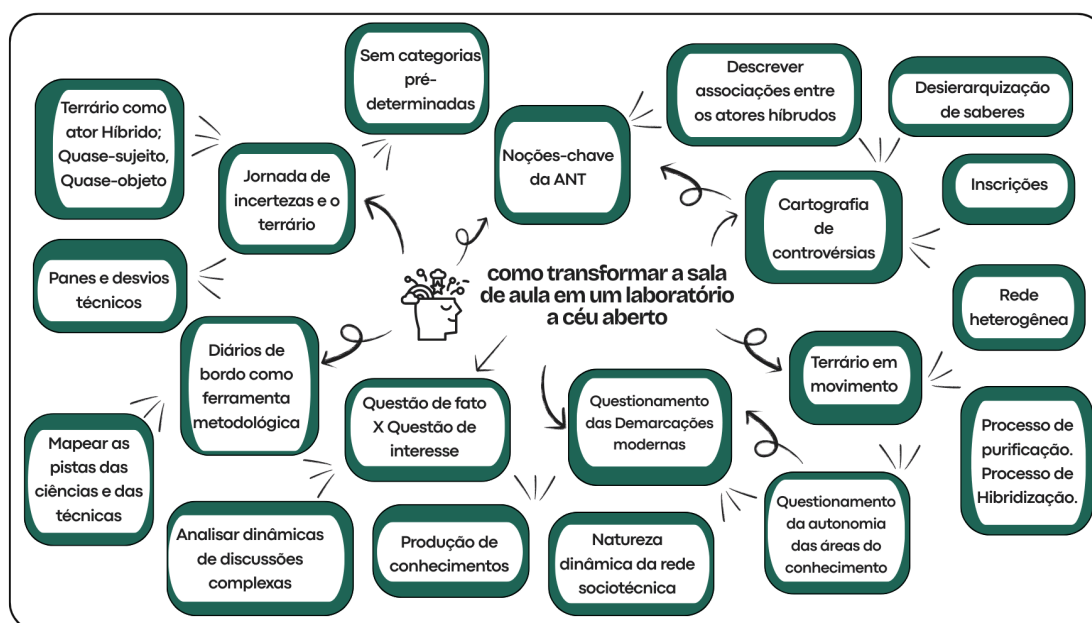
Nesta seção, propomos o início de uma viagem de incertezas, na qual as noções-chave da ANT se revelarão ao longo da análise da rede sociotécnica do território. O objetivo desta seção é mapear a cartografia de controvérsias, um procedimento central da ANT, que nos ajuda a compreender como a realidade é tecida através de associações dinâmicas entre os atores híbridos. Neste processo, as noções-chave da ANT, como a desierarquização dos saberes, se apresentam como ferramentas metodológicas para “descrever, descrever, descrever” as complexas interações que constituem a rede sociotécnica do território (LATOUR, 2016). Ao adotar este procedimento teórico-metodológico, busca-se questionar a abordagem classificatória ou analítica moderna tradicional, que pressupõe categorias ou hierarquias pré-determinadas. A tarefa de formiga míope é rastrear os atores híbridos, sem hierarquizar o conhecimento científico em relação aos saberes práticos e cotidianos.

O questionamento da separação moderna entre natureza e cultura, o que Latour (1994) denomina "processo de purificação", está intimamente interligado à noção-chave de hibridização. O território é considerado um ator híbrido, pois sua estabilidade e seu funcionamento dependem de um enredamento constante de elementos bióticos - plantas, fungos, microrganismos - e abióticos - solo, água, CO₂, O₂, luz, umidade - com as tecnologias digitais, as memórias, a afetividade e as negociações políticas do isolamento

social. Ao descrever a cartografia de controvérsias do terrário, busca-se evidenciar a "ilusão que oculta a proliferação de híbridos" e demonstrar que a ação na rede sociotécnica é uma "mistura entre gêneros de seres completamente novos" (LATOUR, p. 30, 2016).

Nesse sentido, apresenta-se a seguir uma figura simplificada das noções-chave da ANT promovidas neste capítulo:

Figura 6 - Noções-chave da ANT utilizadas para mapear a cartografia de controvérsias do terrário.



Fonte: Elaborado pela autora. 2025.

Os objetos, tecnologias e outros elementos não-humanos que compõem uma rede têm agência (potência de agir) e influenciam ativamente nas controvérsias. Em diálogo com a ANT, consideramos que todos os coletivos constituem naturezas e culturas; apenas a dimensão da mobilização irá variar (LATOUR, p. 103, 1994). No experimento de elaboração do terrário, cada ação é resultado de uma rede de mediações entre os atores híbridos, resultando em outras ações. Os atores estão em constantes associações e negociações para manter um curso de ação. Assim, ao seguir os atores híbridos que compõem a rede sociotécnica em questão, tais como, o pote de vidro, as plantas, as tecnologias, os artigos científicos e o solo do terrário, estes são reconhecidos como elementos híbridos que possuem capacidade de ação ou potência de agir. Os encadeamentos entre os atores tecem a ação, que está sempre em curso, e podem abarcar um folheado de preocupações, de diferentes práticas pedagógicas, múltiplas linguagens que se

intercomunicam com a biologia, ecologia, sociologia, política (LATOUR, 2016).

A ANT propõe que os atores são qualquer entidade que desempenha um papel na formação das redes sociotécnicas, sugerindo a substituição da noção de sociedade pela noção de coletivo, que pode ser compreendido como um conjunto de associações que estão em constante transformação. Latour (1994) evidencia que a produção de naturezas-culturas é denominada por ele como coletivos, “para deixar claro que eles são diferentes tanto da sociedade dos sociólogos - os homens-entre-si - quanto da natureza dos epistemólogos - as coisas-em-si” (p. 105). Os coletivos repartem ao mesmo tempo os futuros elementos da natureza e os futuros elementos do mundo social, constituindo seres humanos e não humanos, híbridos de naturezas-culturas.

A ação permanece sempre como uma surpresa, uma mediação ou um acontecimento. Não podemos fundir todas as funções que assumem a ação numa única, de caráter social, e, da mesma forma, na cartografia das controvérsias, não é possível assumir que a ação é propriedade exclusiva de um único ator, como o terrário, o professor ou as tecnologias. As ações não são premeditadas ou planejadas, elas emergem das relações entre múltiplos atores da rede, que redistribuem e redefinem a ação ao longo do processo em constante movimento. O “ator”, na expressão hifenizada “ator-rede”, se torna um alvo móvel de um amplo conjunto de entidades híbridas que se movimentam desgovernadamente em sua direção (LATOUR, 2012).

Os "grupos" não são entidades fixas, mas sim associações temporárias que emergem das interações entre os atores. As formações provisórias de grupo nos deixam pistas das conexões estabelecidas, evidenciando que os atores relacionam-se com um ou outro grupo, formando laços frágeis, incertos e mutáveis. Não há grupo relevante ao qual possa ser atribuído o poder de compor agregados sociais, estes são como múltiplas realidades constituídas por indivíduos, organizações, classes, papéis, trajetórias de vida, campos discursivos e formas de existência (Latour, 2012, p.50). No exercício da “análise sociotécnica” é preciso mapear os componentes que ora se apresentam, ora saem de cena, conforme as pistas se tornavam visíveis, e em seguida, considerar o inesperado, os obstáculos, as falhas, interferências, composições, associações e a complexidade de suas relações sociais.

Para iniciar a cartografia de controvérsias, evidenciamos alguns atores do terrário (estudantes, professora, apresentadora do canal do manual do mundo, plantas, solo, água, pote de vidro), e suas associações com as técnicas (desde a montagem do ecossistema

fechado até a sua manutenção), com as tecnologias (google meet, ambiente virtual de aprendizagem, internet, computador), com as questões sociais (democracia digital, múltiplas realidades sociais, acesso a materiais e recursos, ensino remoto emergencial e desigualdades educacionais) e de saúde (impacto da pandemia e isolamento social), e com as disputas políticas (substituição das aulas presenciais pelo ensino remoto emergencial, políticas públicas e legislação educacional, LDB, BNCC, portarias do ministério da educação). A manutenção do ecossistema do terrário ocorre no equilíbrio da interação entre os elementos heterogêneos da rede, já a composição ocorre pela ação coletiva resultante da interação entre tais elementos. Neste ponto da nossa jornada de incertezas, o que procuramos descrever, “já não é a distinção entre ciência e política, mas sim as distinções entre composições de mundo” (LATOUR, 2016, p. 160).

O processo de tradução em uma rede envolve negociação e adaptação. Ocorre quando conhecimentos, técnicas e interesses são traduzidos a partir das associações e controvérsias geradas por redes dinâmicas. A tradução não é um processo linear, o roteiro inicial foi reconfigurado diversas vezes pelos estudantes, que buscaram adaptações criativas diante da realidade pandêmica, evidenciando que a tradução é o próprio cerne das relações entre os atores da rede sociotécnica do terrário. Na elaboração do terrário foi possível evidenciar o processo de tradução, por exemplo, quando o projeto inicial do roteiro do experimento é reconfigurado devido aos desvios técnicos no percurso. Os elementos essenciais para manutenção e sobrevivência das plantas dentro do terrário podem ser traduzidos, por exemplo, em ações humanas, como a regulação da quantidade de água ou a alocação do terrário em local adequado. O pote de vidro pode traduzir a interação entre moléculas que compõem o ar, a água e o solo em um ecossistema autossustentável. Se continuarmos caminhando, como uma formiga míope, bem devagar, cada vez mais longe da meta inicial, vamos traçando, sem nos darmos conta, o caminho de uma nova tradução (LATOUR, p. 44, 2016). A escolha dos materiais para elaboração de cada terrário criado pelos estudantes envolveu negociações, substituições, adaptações à realidade pandêmica, ajustes criativos e autonomia. Foram confeccionados 99 terrários ao longo da disciplina “ciência e educação em ciência”, ministrada durante em 2021, durante a pandemia da COVID-19.

3.2 Mapeando a cartografia de controvérsias da rede sociotécnica do território

Na cartografia de controvérsias mapeada anteriormente, buscou-se seguir os atores em suas menores interações e descrever como eles estabelecem e mantêm as associações, sem impor categorias ou hierarquias pré-definidas (LATOUR, 2016). Como aspirante a pesquisadora ANT, a cartografia não busca Delimitações que reforcem a separação hierárquica entre o que é "científico", o que é "político", "ecológico", "técnico" ou "social", mas sim, descrever e acompanhar lentamente a teia dinâmica de associações que tecem a construção de conhecimentos e a estabilização de fatos. É essencial ressaltar que o objetivo não é resolver a controvérsia, classificá-la como certa ou errada, ou tomar partido da mesma, mas sim compreender como as associações entre atores híbridos podem compor diferentes "mundos".

No mapeamento apresentado nesta pesquisa, o processo de hibridização revela-se lentamente no microecossistema: o território mistura reações químicas e fenômenos biológicos, emoções, tecnologias digitais, tradições culturais, artigos científicos, disputas políticas, tecendo um enredo dinâmico complexo que desafia a ilusão do processo de purificação purificação. Ao longo desta próxima seção, apresentaremos as composições, traduções, desvios, panes e negociações que emergem da produção de conhecimentos, evidenciando os intermediários e mediadores da rede em questão. O autor Bruno Latour propõe a perspectiva das "humanidades científicas", em que o conhecimento não é produzido por indivíduos isolados, mas por redes complexas e colaborativas de atores híbridos que estão em constante associações. Sobre isso, ele diz: "As humanidades científicas, se você quiser uma primeira definição, consiste em aprender a considerar toda a obra, e não apenas um de seus atos" (LATOUR, p. 23, 2016). Esse conceito contribui para a criação do domínio da "sociologia das ciências".

Como a experiência de elaboração do território durante a pandemia pelos estudantes de graduação da UERJ pode traduzir, deslocar, transpor e transformar as controvérsias no coletivo de associações?

Convidamos o(a) leitor(a) a substituir a ideia de um corte entre as ciências e o restante da existência, pelas noções de desvio e composição (LATOUR, 2016). A noção de composição nos auxilia a mapear as pistas tanto das técnicas quanto das ciências, já que esta ocorre pela ação coletiva resultante da interação entre tais elementos. A elaboração do

experimento do terrário pelos estudantes de graduação durante a pandemia, envolveu a tradução de múltiplos atores e a negociação constante de interesses. Como aspirante a pesquisadora da ANT, busquei não utilizar de forma precipitada suas falas em minhas explicações, descrevendo os atores em seus próprios desdobramentos e controvérsias. Buscando retrair redes extremamente parecidas com os fios tecidos de uma rede sociotécnica, seguir os atores da elaboração do terrário e descrever suas associações em sociedades científicas e técnicas, consideramos que a rede se estabiliza através do processo de tradução.

Em um ecossistema fechado, como o terrário, a vedação cria um ciclo autônomo de umidade que modifica as condições internas sem a necessidade de intervenção humana direta durante as etapas do ciclo de desenvolvimento. É importante destacar que nesta cartografia das controvérsias, não estamos falando de contexto social ou mesmo dos interesses de poder, mas sim de associações dos atores nos coletivos, “de uma nova forma que se conecta ao mesmo tempo à natureza das coisas e o contexto social, sem contudo reduzir-se nem a uma coisa nem a outra” (LATOUR, p. 14, 1994). Será possível juntar em uma mesma tese, os microrganismos, vírus, ecologias, crises ambientais, etnociências, formas políticas, culturais, técnicas e os ritos dos povos, envolvidos na mesma narrativa da confecção do terrário? Segui, como uma formiga míope, considerando a produção de híbridos, aquilo que é possível fazer em outros lugares e entre outros, em busca de tecer um mundo comum, Tateando as nossas raízes antropológicas (LATOUR, p. 16, 1994).

A rede sociotécnica do terrário mobilizou diversas questões sociais, políticas, econômicas, medidas de segurança pública, legislações educacionais, que permeiam e influenciam ativamente o curso do experimento. Professores, alunos, chefes de Estado, cientistas, jornalistas, biólogos, vírus da COVID-19, indústria farmacêutica, todos envolvidos em um mesmo enredo cheio de incertezas. Nas palavras de Latour (1004), “toda a cultura e toda a natureza são diariamente reviradas” (p. 10). Diante de uma rede dinâmica de associações, buscamos então, descrever como interesses, conhecimentos, saberes e materiais são transformados ao longo do experimento, tecidos em redes heterogêneas.

Diante de múltiplos fios que tecem uma rede de possibilidades de composições e associações entre os atores, como podemos estabilizar os fatos? A ANT propõe criação de novas “inscrições”, registros materiais, tais como relatórios, dados, pesquisas. Latour (2026) os aconselha a esquecer o papel, esse veículo provisório e curioso; mergulhar na WEB e reunir - para enfrentar as controvérsias que os interessam- os instrumentos

multiformes que colocam a nossa disposição, os inumeráveis inventores de ferramenta de pesquisa e busca que o digital nos proporciona (p. 166).

A produção de inscrições possibilita que a rede se estenda e se estabilize, buscando a multiplicação de testemunhos dos atores que retroalimentam as controvérsias. O mesmo enunciado sobre uma controvérsia pode aparecer em uma situação de interlocução em que é objeto de uma disputa ou podem existir estágios intermediários entre a dúvida e a certeza, evidenciando a importância de “seguir o movimento mediante o qual um enunciado se transforma no centro da controvérsia” (LATOUR, p. 80, 2016).

A utilização de tecnologias digitais no campo da educação durante o isolamento social gerou muitas controvérsias em diversos âmbitos. A pandemia da COVID-19 intensificou debates públicos sobre a viabilidade do ensino remoto em instituições públicas e particulares de ensino no Brasil, evidenciando diversos argumentos favoráveis e contrários à questão. Com o objetivo de mapear as inscrições da rede sociotécnica do território, convidamos o(a) leitor(a) a considerar a controvérsia hipotética: devemos manter o ensino híbrido durante a pandemia da COVID-19, diante da imposição de isolamento social, considerando as múltiplas realidades sociais e econômicas dos estudantes brasileiros?

Ao longo do experimento foram mapeadas múltiplas inscrições, dados publicados em artigos acadêmicos (DA SILVA & DE SOUSA TEIXEIRA, 2020); pesquisas publicadas em revistas educacionais (MARCON, 2020); debates em colóquios sobre Políticas públicas educacionais voltadas para a inclusão digital no Brasil (MOREIRA et al., 2024); sites criados para socializar “dados para um debate democrático na educação”; memes compartilhados no twitter, tirinhas nos jornais, vídeos no tiktok e conteúdos publicados no instagram. As inscrições mapeadas deram “voz” à diversidade de discursos e linguagens que retroalimentam argumentos a favor e contra o ensino híbrido. Latour (2016) aponta que se o jornal permitiu a democracia ao equipar os cidadãos representados nos parlamentos humanos, não há razão para que tais plataformas e tecnologias digitais não permitam a democracia técnica ao equipar, novamente, os cidadãos que querem ser representados no parlamento das coisas (p. 167).

A defesa do ensino remoto foi ancorada em políticas públicas elaboradas durante o período de isolamento social, como a Legislação de emergência (MP 934/2020, Portaria MEC 343/2020) e as Diretrizes pedagógicas (BNCC, Parecer CNE 5/2020). Os argumentos para a suspensão do ensino remoto foram divulgados a partir de movimentos educacionais

que abordam as desigualdades em diversos âmbitos, artigos e pesquisas com dados sobre a sobrecarga dos professores, falta de infraestrutura e acesso à tecnologia (Cetic.br; revista digital “Escola nova”; revista digital “ Educação pública”). Considerando o contexto de pandemia e de isolamento social em 2021, podemos rastrear algumas substituições e desvios nas políticas públicas que ancoram o ensino remoto emergencial. Na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB – Lei nº 9.394/1996) foi inserido o Art. 32, § 4º, que permite a substituição de aulas presenciais por atividades remotas em situações emergenciais, desde que haja regulamentação específica. A Medida Provisória nº 934/2020 dispensou a obrigatoriedade dos 200 dias letivos durante a pandemia, - mantendo a carga horária mínima anual -, e autorizou a substituição de aulas presenciais por atividades remotas durante o isolamento social.

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foram evidenciadas as diretrizes que incentivam o uso de tecnologias digitais como ferramentas pedagógicas (competência 5), alinhando-se à necessidade de adaptação durante a crise sanitária. Já no Plano Nacional de Educação (PNE – Lei nº 13.005/2014) foi reforçada a meta 7, que prevê a integração de tecnologias da informação e comunicação (TICs) à educação, fortalecendo a justificativa de manter as aulas no formato de ensino remoto emergencial. Foram criadas duas Portarias do Ministério da Educação (MEC) na pandemia da COVID-19, a Portaria nº 343/2020 que autorizou a substituição de aulas presenciais por remotas em instituições federais de ensino superior; e a Portaria nº 1.030/2020, que estabeleceu critérios para a oferta de disciplinas em EaD na educação básica durante a pandemia. Sobre isso, Latour (2016) nos convida a refletir, que “todo alvoroço que se armou em torno desse assunto demonstra como os jornalistas, os políticos e inclusive os cientistas estão mal preparados para acompanhar uma controvérsia mais ou menos vivaz” (p. 107).

A própria elaboração do terrário é a criação de uma nova inscrição física, que estabiliza a rede a partir da documentação da associação entre atores híbridos. A construção das camadas que compõem o terrário - cascalho, solo, areia e carvão vegetal - são registros físicos visíveis resultantes de negociações e decisões técnicas. A produção de novas inscrições multiplicaram práticas em educação em ciência e consolidaram a produção de conhecimentos sobre terrários. As tecnologias digitais e as redes sociais, amplamente utilizadas durante o período de isolamento social pelos estudantes e pela população em geral, auxiliaram a documentar o processo e incentivar outros indivíduos a realizarem o experimento com materiais sustentáveis e acessíveis em outros lugares do mundo,

expandindo a rede do terrário. As múltiplas situações de provação no percurso possibilitam a busca por soluções que promoveram a continuidade do curso da ação, um contorno que muitas vezes recruta outros atores para rede de associações, que falam outra linguagem e que dispõem de outras competências.

A sociologia das associações propõe que a passagem do tempo pode ser interpretada de diversas formas, como ciclo ou como decadência, como retorno ou como presença continuada, como uma espiral em que os “tempos” ora se encontram, ora se distanciam. Consideramos então, que a temporalidade se desdobra, se encontra, retorna, se tornando “politemporal”. A politemporalidade questiona a ideia de um tempo linear, e no terrário, essa complexa associação de tempos se manifesta no pote de vidro antigo da avó, nas memórias familiares, no tempo geológico da areia e do solo e na urgência da crise sanitária global causada pelo vírus da COVID-19. Passado, presente e futuro se entrelaçam tecendo redes complexas de associações que borram as fronteiras do tempo e espaço. Os atores híbridos misturam elementos de diferentes tempos para tecer realidades sociais, rejeitando a ideia tradicional de um fluxo histórico unidirecional. Quase-objetos de diferentes épocas associam práticas ancestrais, tecnologias atuais e futuros desenhados, formando redes dinâmicas que se encontram e se esbarram conforme dançam pelo cosmos. Cada elemento heterogêneo do terrário ativa temporalidades distintas, criando uma rede politemporal. Ao descrever a rede sociotécnica do terrário, este se torna um palco de controvérsias, onde a ação local tem potência transformadora global, e sua rede politemporal entrelaçada desafia a visão cartesiana de um tempo universal e previsível, sempre para frente, em progresso.

A politemporalidade refuta a ideia de um tempo linear e homogêneo, evidenciando que múltiplos tempos coexistem e se entrelaçam em redes híbridas. Na rede do terrário, elaborado pelos estudantes da UERJ durante a pandemia, podemos evidenciar o entrelaçamento de elementos de diferentes épocas e ritmos, que colaboram sem seguir uma ordem cronológica estável ou previsível. Quando um estudante utiliza um pote de vidro antigo da avó, não estamos apenas registrando que o pote tem uma história. Mapeando bem devagar as pistas deixadas pelos atores, é possível evidenciar que a prática pedagógica realizada no “presente” com os estudantes na UERJ, é profundamente permeada e constituída por memórias familiares, pelo tempo da produção industrial (século XIX), e pelo tempo geológico da areia, por exemplo. Essas evidências questionam a noção de que a ciência opera em um “agora” isolado, ou que o conhecimento é adquirido em uma

progressão puramente linear. A "pane" na rede do terrário pode levar o estudante a usar o pote da avó, por exemplo, pela escassez de materiais novos devido à pandemia. Este não é apenas um evento isolado no presente, é um nó tecido por associações que conecta diversas temporalidades, mostrando que a incerteza e a adaptação do presente trazem à tona um passado ativo. O terrário, nesse sentido, se torna uma "cápsula do tempo" que não só armazena memórias, mas dialoga com saberes ancestrais, materiais geológicos e urgências pandêmicas, demonstrando que a prática científica é uma espiral de "tempos" que se desdobram e se reinventam. Revela-se, portanto, que a aparente "estabilidade" de um ecossistema autossustentável é, na verdade, um ponto de convergência de múltiplos ritmos temporais, desafiando a visão cartesiana de que a natureza funciona em um tempo unilateral, universal e previsível. A noção-chave de entrelaçamento entre local-global proposto pela ANT (LATOUR, 2012) questiona a separação de que o "global" é um contexto distante que simplesmente influencia o "local". Mapear as pistas que evidenciam esta noção no terrário significa revelar como o experimento é tecido por vastas redes políticas, econômicas e sociais, e como a ação local tem um poder transformador global.

A escolha das mudas de plantas que compõem os múltiplos terrários envolveu negociações que entrelaçam conhecimentos ecológicos e tecnologias digitais, conhecimentos tradicionais e saberes ancestrais. O cuidado com as plantas entrelaçou saberes da tradição familiar, quando os pais compartilham seus conhecimentos e experiências passadas com a partir de suas experiências vividas; com tecnologias digitais atuais, quando este estudante assiste ao tutorial no YouTube; e passeando em suas buscas na internet sobre espécies de plantas para o terrário, o tempo presente viaja para o tempo pré-histórico, abordando as adaptações vegetais.

Tipos de solo, espécies de plantas, carvão vegetal e tecnologias utilizadas para elaboração do terrário em 2021 são resultado de entrelaçamentos politemporais, que nos fazem “saltar” da era geológica até a produção industrial de recipientes de vidro em larga escala no século XIX. O período de pandemia amplificou a utilização de mídias sociais e redes digitais, possibilitando a conexão de dúvidas e curiosidades com conhecimentos compartilhados que foram produzidos em diversos tempos e espaços. Os diários de bordo (APÊNDICE E), povoados com percepções, angústias, descobertas, conhecimentos, técnicas, conflitos, pode ser considerado uma "cápsula do tempo", que mistura memórias pessoais e afetivas, processos biológicos, técnicas, registros e memórias pulsantes que se reecontram em várias épocas. A rede do terrário, politemporal, uma mistura de saberes

ancestrais, materiais geológicos, tecnologias digitais e urgências pandêmicas, em que os múltiplos tempos se desdobram, se enrolam e se reinventam, tecendo um emaranhado de temporalidades que desafiam a modernidade.

Dialogando com os fundamentos da ANT, buscamos questionar a separação entre local e global, evidenciando seu íntimo embaraço, desafiando a noção de que o "global" é um contexto pré-existente que engloba o local. A partir da cartografia das controvérsias do terrário apresentada na seção anterior, buscamos mapear pistas que evidenciam que a elaboração do terrário, o vírus da COVID-19, o uso de tecnologias digitais na educação e a pandemia mundial borram as fronteiras físicas entre local e global. A elaboração do terrário no formato digital na disciplina ministrada no Rio de Janeiro foi uma tradução do contexto de isolamento social imposto mundialmente pelo vírus da COVID. As tecnologias e redes digitais possibilitaram que os estudantes em diversos lugares, e indivíduos do mundo inteiro, assistissem ao vídeo do manual do mundo no youtube sobre elaboração de terrários fechados, redistribuindo orientações globais em práticas locais. O pote de vidro utilizado pelos estudantes no terrário pode ter sido fabricado na China, o solo pode ter sido coletado em jardins cariocas, e o design pode refletir estéticas internacionais. Latour (1994) aponta que, no caso das redes técnicas, não temos a menor dificuldade em reconciliar seu aspecto local e sua dimensão global, já que estas “são compostas de locais particulares, alinhados através de uma série de conexões que atravessam outros lugares e que precisam de novas conexões para continuar se estendendo” (p. 115).

É importante destacar, que não se trata apenas de dizer que o pote de vidro pode ter vindo da China ou o solo de um jardim carioca. As evidências mapeadas na cartografia de controvérsias do terrário revelam que a prática científica não é autônoma ou isolada, mas está profundamente emaranhada em cadeias industriais, acordos comerciais e decisões políticas globais. A pandemia da COVID-19, um fenômeno global, não apenas impôs o isolamento social, mas interrompeu cadeias de suprimentos, afetando a disponibilidade de materiais para os terrários locais. Essa "pane" global levou os estudantes a negociarem e a buscarem adaptações, usando materiais reciclados ou improvisados. Isso revela que a ciência, mesmo em sua escala mais íntima como a casa dos estudantes da UERJ, é um campo de negociações políticas e econômicas, onde decisões pedagógicas locais (como a liberdade de escolha de materiais) são diretamente influenciadas por crises globais. A documentação das transformações do terrário nos diários de bordo (APÊNDICE E), como a umidade e temperatura local, alinham-se a práticas científicas globais de monitoramento e

compreensão ecológica, conectando o microcosmo do terrário a discussões maiores sobre sustentabilidade e interdependência planetária. A elaboração do terrário se torna um palco onde a crise sanitária global é traduzida em soluções pedagógicas locais, demonstrando que vírus, plantas e conhecimentos técnicos borram fronteiras físicas, espaciais e temporais. Aprofundar essa conexão mostra que o terrário é um "multiverso" onde o local e o global se entrelaçam de modo indissociável, desmantelando a ilusão de uma ciência descontextualizada.

Ao seguir os atores da rede em suas associações, podemos evidenciar as cadeias industriais de suprimentos de materiais e equipamentos para elaboração dos terrários, que por diversas vezes foram reformuladas pelas interrupções globais na produção ou comercialização pela pandemia, afetando os projetos locais dos terrários inicialmente propostos. A pandemia evidenciou que vírus, plantas, terrário e conhecimentos técnicos ignoram fronteiras físicas, espaciais e temporais. O experimento do terrário redistribuiu hierarquias, integrando diferentes conhecimentos, práticos e teóricos. Os alunos negociaram ações com base nos fenômenos observados, nos textos acadêmicos, em autores citados, no compartilhamento dos diários de bordo digitais, redistribuindo práticas docentes e influenciando escolhas metodológicas. A redistribuição do local no terrário revela que a produção de conhecimentos é uma prática híbrida, articulando observações e atividades locais, teorias globais e interações materiais. A partir das pistas rastreadas, é possível afirmar que a agência dos atores de uma rede é coletiva e em constante redistribuição. Cada ajuste feito nos terrários, cada registro fotográfico ao longo da observação e cada debate sobre os temas de educação em ciência gerados pelas controvérsias, reconfiguram não apenas o experimento, mas também as redes sociotécnicas que o sustentam. Assim, podemos caminhar para o abandono da ideia do terrário como a “reprodução” de ecossistema em miniatura ou a “reprodução da natureza”, para metamorfosear em um multiverso que se desdobra em seu próprio cosmos, em que o local-global, se entrelaçam de modo indissociável. Sobre isso, Latour (1994, p. 71) diz: “a mobilização do mundo e dos coletivos em uma escala cada vez maior multiplica os atores que compõem nossas naturezas e nossas sociedades. Mas nada nesta mobilização implica uma passagem ordenada e sistemática do tempo”.

Em diálogo com as noções-chave de "politemporalidade" e "local-global", o terrário deixa de ser apenas uma metáfora ou um objeto de estudo passivo para se tornar um ator ativo que, por meio de suas complexas redes de associações, desafia as dicotomias

modernas, revela a natureza sociotécnica do conhecimento científico e expõe as implicações éticas e políticas inerentes até mesmo às mais simples atividades de educação em ciências.

Na elaboração do terrário, os inesperados desvios técnicos provocam os estudantes a sair da zona de conforto do modelo tradicional de experimento para dialogar com outras pessoas, outras linguagens e outras competências em busca de soluções para problemas complexos. Nas palavras de Latour (2016, p.46): "pane é o exemplo mais simples de "desvio técnico" porque torna visível as redes que sustentam a tecnologia". A pane no terrário pode acontecer, por exemplo, pelo excesso de calor, local com pouca luminosidade, excesso de umidade, surgimento de fungos, falta de água no ecossistema, vedação incorreta do pote, solo muito compactado, dificuldade de permeabilidade da água, falta de acesso à internet, dificuldade de navegar pelas plataformas digitais. Os desdobramentos da prática científica podem distanciar os estudantes de sua meta inicial ou de um possível resultado pré-determinado (ou esperado), traçando um caminho de uma nova tradução, associação ou composição. As panes mais comuns que os estudantes tiveram para manter a vida dentro do terrário foram relacionados com o excesso ou falta de umidade, causando mofo ou morte das plantas por falta de água. As panes demonstram que este não é um sistema autônomo, a estabilidade do terrário depende da relação entre entidades híbridas, associações entre humanos e não humanos. As "falhas" são resultado de constantes negociações entre elementos materiais e práticas humanas, e os desvios também estão relacionados às múltiplas tecnologias utilizadas no período da pandemia.

Os alunos registraram em seus diários de bordo (APÊNDICE E) algumas soluções para panes encontradas ao longo do experimento. Alguns relataram que colocaram areia da praia ou de construção dentro do terrário, outros retiraram terra de seus jardins, alguns improvisaram recipientes de vidro, como um bule de café antigo, e muitos relatos evidenciaram o envolvimento das famílias com o projeto, através de dicas de plantio da avó ou compartilhamento de descobertas entre irmãos. Muitas narrativas evidenciaram dificuldades com as tecnologias digitais, falta de acesso à internet, de recursos ou de espaço. Sobre isso, Latour (2016) evidencia, "não pense você que me deixo levar pelo entusiasmo que me inspiram as técnicas da web ou que tenho grande confiança no que hoje chamam de "democracia digital" (p. 168).

A substituição de materiais e o uso de plataformas digitais para elaboração e registro virtual ao longo da disciplina contribuíram para a colaboração coletiva na

construção de conhecimentos. Ao adaptar e buscar soluções para os desvios de caminhos, os estudantes negociam teorias ecológicas, recursos materiais tecnológicos, evidenciando que a produção de conhecimentos é traduzida e enredada por elementos materiais, sociais, técnicos e políticos, desafiando a noção de que a ciência é autônoma.

A produção de conhecimentos não ocorre de forma linear, é uma teia dinâmica de constantes desvios e negociações incertas. A pane é importante no campo da educação e da ciência, pois não é considerada como um “erro”, mas uma oportunidade de aprendizado e de negociação entre os atores que compõem a rede. Ao longo das etapas de elaboração, observação e registro do ecossistema fechado, os estudantes fizeram inúmeras descobertas a partir de situações de provação. Os desvios podem ocorrer de diversas formas, por meio das inovações, de um deslocamento no tempo ou no espaço, falhas no sistema técnico (excesso de água, plantas encharcadas, aparecimento de fungos e larvas dentro do ecossistema fechado), falhas nas tecnologias (falta de acesso a internet, instabilidade na conexão ou na plataforma AVA da UERJ), criando múltiplas possibilidades de curso de ação. Latour (2016) destaca que teremos que levar em consideração não apenas a multiplicação dos diversos desvios técnicos, o prolongamento que cada pane deve sofrer ao passar, das ciências cada vez mais esotéricas até as mais bem equipadas, mas também o modo como muitas dessas ciências dão lugar a controvérsias públicas (p. 62).

Em diálogo com os fundamentos da ANT, consideramos que todos os atores híbridos de uma rede podem desempenhar o papel de mediadores ou intermediários. Os intermediários deslocam ou transportam significado sem transformá-lo; já os mediadores transformam, traduzem, distorcem e modificam os significados ou os elementos que eles veiculam. Os atores que transmitem ação sem modificá-la, são considerados "caixas pretas" que transportam informações ou recursos. (LATOUR, 1994). A água adicionada ao terrário, quando simplesmente rega o solo sem gerar efeitos inesperados, funciona como um intermediário. Da mesma forma, o vídeo introdutório o manual do mundo que apenas reproduz as instruções de montagem do terrário, sem que estas sejam modificadas, também é um intermediário.

Os mediadores transformam, desviam ou reinterpretam as ações, criando efeitos imprevisíveis, sendo essenciais para manter o curso da ação e a dinâmica das redes. O vídeo do manual do mundo pode se tornar um mediador ao orientar e modificar a prática dos estudantes, levando-os a buscar adaptações e a transformar a proposta inicial do terrário. Podemos evidenciar exemplos práticos de mediadores na rede do terrário: o pote

de vidro, que cria um microclima alterando o crescimento das plantas e as relações entre solo, água e luz; o surgimento de fungos, que modificam o microecossistema; as tecnologias digitais como o AVA da UERJ, o fórum interativo e os grupos de WhatsApp, que facilitam as interações e a construção coletiva de conhecimentos; o diário de bordo dos estudantes (APÊNDICE E), que estrutura e organiza a produção de conhecimentos, transformando sua compreensão do mundo; e as próprias plantas e fatores abióticos, que influenciam o desenvolvimento do micro ecossistema e impactam as observações e interpretações registradas pelos estudantes. Sobre isso, Latour (1994) ressalta que as diversas metamorfoses tornam-se explicáveis se distribuirmos a essência por todos os seres que compõem esta narrativa. Dessa forma, eles deixam de ser simples intermediários mais ou menos fiéis para tornarem-se mediadores, ou seja, “atores dotados da capacidade de traduzir aquilo que eles transportam, de defini-lo, desdobrá-lo, e também de traí-lo” (p. 80). A ação na rede sociotécnica do terrário não é unilateral, mas emerge das relações e transformações contínuas entre múltiplos atores.

Como parte da avaliação individual, os alunos criaram seus diários de bordo virtuais (APÊNDICE A), para preencher de acordo com suas vontades, percepções, descobertas, emoções, conceitos, acontecimentos, conhecimentos, documentos, artigos, fotografias, desenhos, na maior frequência possível (combinamos pelo menos um registro semanal para ser apresentado durante a aula síncrona), para depois agregar aos conhecimentos construídos ao longo da disciplina. É importante destacar que não foi estabelecido um formato específico para o diário de bordo. Os alunos tiveram liberdade para povoá-lo no formato que desejassem. A proposta era que todos os estudantes da disciplina partissem do mesmo lugar: não saber absolutamente nada sobre terrários, descrever os atores em suas menores associações mergulhando em uma caixa preta de incertezas, sem categorias pré-determinadas.

Os estudantes foram encorajados a registrar em seus diários de bordo o que lhes fosse relevante, pequeno ou grande, global ou local, no tempo presente ou passado, e de todas as naturezas híbridas. É importante destacar que, no início da disciplina foi reforçado que os discentes não seriam avaliados pela quantidade de conhecimentos, mas sim por sua aptidão para mobilizar os instrumentos que lhes propus para avançarem com sua investigação pessoal do mundo (LATOUR, p. 10, 2016). Em diálogo com as noções propostas pela ANT, consideramos o diário de bordo como uma ferramenta crítica para documentar associações e controvérsias entre ciência, técnica, cultura, política e sociedade,

questionando os abismos dualistas. Na movimentação dinâmica da rede complexa do terrário, cada ação descrita está composta não apenas por uma técnica, já que a ação se acelera, se complica, se implica ou pode até depender de outra ciência. Os alunos tiveram liberdade para recortar com tranquilidade todas as informações relacionadas ao tema de elaboração de terrários, sublinhar as passagens que considerassem ter uma relação qualquer com as ciências, as técnicas e as outras formas de vida (LATOURE, 2016).

Latour (2012) propõe que os mediadores e intermediários de uma rede sociotécnica podem influenciar como os relatos dos diários de bordo são tecidos, amplificando ou reduzindo os relatos de riscos. Um mediador pode se revelar complexo e arrastar-se em muitas direções que modificam os relatos contraditórios a seu papel, desempenhando papel ativo na transformação das ações durante o experimento e nas interpretações dos estudantes. Já os intermediários, funcionam como canais que transmitem as informações. A ANT nos proporciona ferramentas metodológicas para mapear e descrever como esses atores constroem e sustentam a rede sociotécnica do terrário a partir das suas conexões, evidenciando também a importância de considerar tanto os mediadores quanto os intermediários na elaboração de práticas educacionais com fundamento nas bases da teoria ator-rede. Nessa jornada de incertezas, é necessário traçar e retraçar as fronteiras de um grupo, sem classificar um ou outro grupamento como superior, valioso, vazio ou arcaico.

Os diários de bordo elaborados em 2021 (APÊNDICE E) são ferramentas de registro e descrição do terrário, da realidade social, das inquietações, emoções, acontecimentos, e desejos pessoais de investigação. Devido a complexidade das redes sociotécnicas, se torna uma tarefa especialmente difícil representar fielmente os relatos de forma imparcial, já que há sempre o risco de simplificar, omitir ou distorcer as interações entre atores. As evidências descritas vão se multiplicando com muita rapidez conforme as traduções, composições e desvios são reveladas. Os registros do diário de bordo (APÊNDICE E) podem reduzir, omitir ou valorizar as relações entre humanos e não-humanos, podem influenciar na interpretação da agência, ou linearizar processos que não são lineares (LATOURE, 2016). Em um exemplo prático na rede do terrário, registros realizados apenas em momentos em que o terrário parece "perfeito" e "estável", pode ignorar falhas, adaptações, intervenções dos atores (como o mofo) ou até mesmo linearizar o processo de sustentabilidade do microecossistema. Considerar o experimento como uma sequência de passos controlados pode influenciar na descrição da ação, da composição ou da associação entre os atores da rede.

Diante das constantes negociações na elaboração dos diários de bordo dos estudantes, é possível mapear pistas de “quem” e “o que” é (in)visibilizado. Em recortes evidenciados no apêndice E, foi possível mapear algumas percepções dos alunos sobre a importância dos elementos abióticos (solo, água, luz e ar) para a manutenção e a sobrevivência da vida, no terrário e fora dele. Quando algum desses elementos encontra-se em desequilíbrio, o ecossistema não é sustentável, evidenciando falhas ou desvios no sistema técnico, aparecimento de mofo, plantas murchas ou encharcadas, solo muito compactado evitando a infiltração da água. Os atores híbridos interagem e influenciam o desenvolvimento do ecossistema, que por sua vez influencia e é influenciado por outros atores da rede. Latour (1994) aponta que o coletivo está em permanente renovação.

A ANT nos convida a problematizar a distinção entre questão de fato (considerados objetivos e estáveis) e questão de interesse (subjetividades, intenções ou contextos que moldam as interpretações), argumentando que essa divisão reforça o abismo dualista entre sujeito e objeto, já que os fatos são construídos a partir das associações entre os atores híbridos de naturezas-culturas, que são mediados por interesses e negociações. Na rede do terrário, esse entrelaçamento se manifesta, por exemplo, na montagem, que envolve uma negociação constante entre dados observados (fatos) e interpretações subjetivas do indivíduo (interesses). Em uma situação em que há um crescimento acelerado de mofo no pote, o estudante pode identificar e interpretar o fenômeno como um sinal de excesso de umidade, levando-o a abrir o ecossistema vedado e ajustar a rega das plantas com o interesse em manter o ecossistema sustentável e funcional. A negociação pode direcioná-lo também para outro caminho, em diálogo com seus interesses. O estudante pode considerar o mofo como parte natural da decomposição, optando por não intervir e não abrir o pote, alimentando um interesse em observar processos ecológicos. Como um desdobramento, o aluno pode trazer a inquietação sobre a controvérsia durante a aula, para discussão sobre ciclos biogeoquímicos, com um interesse pedagógico.

Em 2021 estávamos em busca da elaboração de uma vacina capaz de imunizar a população contra o vírus da COVID-19. Vivenciamos a realidade da construção da prática científica permeada por elementos híbridos em constante associação, gerando controvérsias, incertezas e negociações, desvios inesperados e novas composições. Assistimos os cientistas e especialistas da área da saúde do mundo inteiro buscando diariamente fórmulas que envolveram, por diversas vezes, a substituição de materiais e equipamentos, em busca de soluções para os possíveis desvios. Dados técnicos emitidos

pela Organização Mundial da Saúde (OMS), notícias falsas disseminadas nos meios de comunicação digitais, questões sociais, econômicas, tecnológicas e políticas, a formação de grupos incertos que tecem uma rede complexa de atores híbridos, gerando múltiplas controvérsias que se retroalimentaram, no campo da ciência, da educação, das políticas públicas, da economia, do meio ambiente. “Saltamos” do micromundo do terrário à pandemia mundial, borrando as fronteiras entre espaço-tempo, local-global, sujeito e objeto. O conhecimento técnico não está isolado, ele é tecido pelas infraestruturas materiais e pelos componentes sociais.

Latour (2016) evidencia que os atores se desdobram em seu próprio e diverso cosmos. O autor descreve a palavra “cosmos” como o “arranjo de todos os seres que uma cultura particular reúne em formato de vida prática”, as plantas os fungos, bactérias, deuses, sentimentos, astros, sol, utensílios, equipamentos, tecnologias, espíritos ou rituais. O terrário, quase-sujeito, quase-objeto, se desdobra em seu próprio microcosmos. Potes de vidro, mudas de plantas, microorganismos e tecnologias redefiniram as práticas cotidianas. Materiais, conhecimentos e vírus misturaram ações locais com impactos globais. Os elementos essenciais para a manutenção da vida no microcosmos do terrário incluíram negociações políticas, que influenciaram decisões pedagógicas.

A partir da cartografia das controvérsias do terrário, buscamos descrever as associações de oposição, inclusão, exclusão e coexistência entre atores híbridos da rede, para então reconstruir os “cosmogramas” das diferentes partes que participam da controvérsia (LATOUR, 2016). Traçar os cosmogramas é um convite a se tornar sensível às infinitas listas de associações, duelos entre argumentos contra ou favor da controvérsia, um constante exercício de não recorrer às distinções, racional ou irracional, certo ou errado, moderno ou arcaico, inferior ou superior, científico ou político. Um convite para, bem devagar, como uma formiga míope, tatear a cartografia dos encadeamentos de seres diversos, descrever as distinções entre composições de mundos. “Trata-se de forçar cada parte a explicitar o seu - ou os seus - cosmos. É daí que vem a expressão “multiverso” (p. 160). É apresentado a seguir, um exercício de cosmograma do terrário, em busca da composição do mundo comum.

Promove a politização da educação científica a partir da abordagem CTS/CTSA, relacionando conceitos técnicos com problemas reais do mundo, evidenciando o entrelaçamento entre as dimensões sociais, culturais, políticas e ambientais da ciência e da tecnologia. O terrário, como ator político-pedagógico, movimenta as legislações educacionais, as políticas públicas e os chefes de estado, influenciando ativamente no curso do experimento e na expansão da rede. O contexto de disputas sobre políticas públicas e documentos curriculares, como a LDB e a BNCC durante a pandemia, fomenta o palco de controvérsias como elemento pedagógico, estimulando a investigação, a autonomia e a negociação entre os atores. Rastrear as controvérsias para compreender como os possíveis “multiversos” se articulam.

O exercício de explorar os multiversos dos terrários, colecionar inscrições, descrever associações, desvendar agenciamentos, evidenciar repartições, para tecer um microcosmos que decompõem o das outras partes implicadas, para então, elaborar um próprio. E, em cada ocasião, a decomposição do micromundo do terrário se modifica evidenciando outras associações, encadeamentos e desvios. O constante exercício de aprender a se orientar no mar de controvérsias em que os fatos e interesses se misturam, já que não estabelecemos nenhuma diferença ou fronteira entre os elementos híbridos da rede (LATOURET, 1994). Seguir, bem devagar, a dinâmica das múltiplas transformações das controvérsias permitindo a multiplicidade de vozes dos atores. Manter “agregado” todo um multiverso, imaginar a possibilidade da composição gradual de um mundo pensado e calculado em comum.

A grande dificuldade de rastrear o social reside na complexidade de abandonar noções modernas, já que nós fomos forjados pela purificação. Como desconstruir em cada molécula que nos constitui uma ilusão tão enraizada na alma? O grande desafio na jornada da não-modernidade, em busca de compor um mundo comum e reagregar o social novamente, é se despir das concepções prévias na qual fomos formados e rastrear todos os atores híbridos sem hierarquizar, humanos e não-humanos, sujeitos e objetos, teorias e práticas, saberes científicos sobre outros modos de conhecimento. No que se refere à cartografia da rede do terrário, buscamos mapear pistas que evidenciam que os cientistas e pesquisadores não possuem o monopólio da produção de conhecimentos, e que, o conhecimento científico não é mais legítimo ou superior a outros saberes. Humanos, objetos, tecnologias, vírus, fungos, instituições, potes de vidro e tecnologias digitais têm a capacidade de agir e influenciar redes complexas. O terrário, em si um ator híbrido de

naturezas-culturas, exerce influência na rede, modifica práticas científicas e políticas, evidência controvérsias e a natureza híbrida dos atores que participam ativamente na produção coletiva de conhecimentos, sendo impossível classificá-lo ou separá-lo dos domínios que o compõem.

A produção de conhecimentos, sob a perspectiva da Teoria do Ator-Rede (ANT), revela-se uma prática híbrida e distribuída, que se constitui por associações entre elementos heterogêneos. Ao adotar a metodologia da sociologia de associações, sem hierarquização de saberes, um artigo científico sobre a confecção de terrários se torna, tão dependente dos microrganismos e das plantas, quanto das teorias acadêmicas. Podemos evidenciar que, na rede do terrário, foram tecidas associações entre conhecimentos técnicos - ecologia, ciclo da água, fotossíntese, equilíbrio de ecossistemas, sustentabilidade; conhecimentos cotidianos - utilização de materiais caseiros, terra de jardim, pedras de quintal e técnicas adaptativas; e conhecimentos práticos - montagem do terrário, disponibilidade das camadas dentro do pote, rega adequada para o ecossistema fechado.

A esta altura da nossa jornada, damos aos mediadores todo o espaço, convidamos as naturezas e sociedades para estarem presentes, de mãos dadas com os objetos que as sustentam desde sempre. A rede sociotécnica do terrário, tecida coletivamente, este “objeto-discurso-natureza-sociedade cujas novas propriedades espantam a todos e cuja rede se estende de minha geladeira a Antártida passando pela química, pelo direito, pelo Estado, pela economia e pelos satélites. Os imbróglis e as redes que não possuíam um lugar possuem agora todo o espaço” (LATOUR, p. 142, 1994).

CONSIDERAÇÕES (QUASE) FINAIS

Ao desconsiderar hierarquias e categorias pré-determinadas em busca de compor o social, buscamos democratizar a produção e socialização de conhecimentos no campo da educação em ciência. Ao longo da nossa jornada de incertezas pelo caminho da não modernidade, podemos considerar que as controvérsias são pedagógicas, as conexões formadas entre os atores híbridos da rede do terrário geram debates que passeiam por diferentes áreas do conhecimento, instigam a investigação, a construção coletiva e a autonomia pedagógica. O terrário é uma caixa preta que nos pede muita lentidão e

paciência para ser desvendada.

Os fundamentos cartografados nesta pesquisa de tese refletem tensões estruturais, sociais, tecnológicas, científicas, educacionais, políticas, econômicas, ambientais e até mesmo de saúde. A pluralidade de fontes de controvérsias acerca do tema nos permite mapear alguns impactos da pandemia em debates sobre acesso digital, saúde mental e o papel da tecnologia na educação, temas que permanecem sendo amplamente discutidos no período pós-pandemia. Nessa jornada de incertezas, o meio de transporte é a noção de tradução ou de rede, seguindo fios de histórias aparentemente confusas, mas intimamente interligadas. Os múltiplos argumentos das controvérsias geradas pela associação dos atores na rede complexa do terrário, se alimentam e retroalimentam, influenciam especialistas, que influenciam funcionários públicos e medidas políticas, que influenciam os estudantes e professores, que se deslocam e viram objeto de pesquisa de instituições públicas para gerar dados para população em geral. O vírus da covid-19, um ator híbrido ativo, reorganizou a rede do terrário, evidenciando que os atores não humanos - como mudas de plantas, microrganismos e vírus - ignoram fronteiras, desafiando a concepção moderna que separa sujeito e objeto, local e global, humanos e não humanos.

Todos nós somos híbridos de naturezas-culturas, permeados diariamente de controvérsias que alimentam associações, composições, interesses e fatos. As controvérsias se enredam para tecer e sustentar a realidade social, sendo impossível para qualquer pesquisador(a) das humanidades científicas estabelecer a natureza dos atores híbridos que a compõem ou até mesmo compartimentalizá-las em categorias de classificação pré-determinadas. Assim, educar exige negociar também com os não humanos.

Como tatear este espaço mediano entre as naturezas e as sociedades, para então, nele acolher os quase-objetos, quase-sujeitos, em busca da composição de um mundo comum?

Esta pesquisa de tese buscou contribuir para descrever a sociedade científica e técnica da qual fazemos parte, fornecendo pistas de ações coletivas em educação em ciência para promover a democracia digital e a justiça social no campo educacional brasileiro, a partir da elaboração do experimento do terrário durante a pandemia da COVID-19. Propomos um novo olhar para a oportunidade de inovação educacional utilizando tecnologias digitais acessíveis (plataformas online, vídeos, AVAs) e materiais sustentáveis para garantir o direito à experimentação científica, independentemente do contexto socioeconômico dos indivíduos. Através da cartografia da rede sociotécnica do

terrário, que colocou em diálogo professores, alunos, famílias, mudas de plantas, potes de vidro, vírus, políticas educacionais e plataformas digitais, é possível fomentar uma educação em ciência prática e inclusiva, buscando elementos para composição de um mundo comum. buscamos descrever as interferências de cada um dos atores que conferem complexidade às suas relações sociais e à produção de conhecimentos.

Cada indivíduo interpreta e adapta as orientações de elaboração do experimento conforme seus recursos e contextos, gerando múltiplas versões do terrário e ocasionando uma pluralidade de grupos baseados em diferentes abordagens práticas e pedagógicas, individuais e coletivas. Cada molécula que passeia pelo experimento, ora se conecta, ora se desmantela, resultando em múltiplos fenômenos biogeoquímicos. Cada desvio, composição e associação gera uma enxurrada de imprevisibilidade dos atores e de suas ações, alterando a percepção anterior dos estudantes sobre a forma de estar e existir no mundo.

A partir da cartografia do terrário, é possível começar a mapear pistas de “quem” e “o que” é (in)visibilizado. Os atores híbridos interagem e influenciam o desenvolvimento do terrário, que por sua vez influencia e é influenciado por outros atores da rede. Os discentes são atores híbridos da rede, que traduzem seus interesses e negociações em cursos de ações. O multiverso do terrário elaborado durante a pandemia escancararam que fatos científicos e interesses humanos são inseparáveis.

Materiais, conhecimentos e vírus misturaram ações locais com impactos globais. Os elementos essenciais para a manutenção da vida no terrário incluíram negociações políticas, que influenciaram decisões pedagógicas. O exercício de explorar os mundos diversos dos terrários, colecionar inscrições, descrever associações, desvendar agenciamentos, evidenciar repartições, para tecer um “micromundo” que decompõem, para então, elaborar um próprio. E em cada ocasião, a decomposição se modifica evidenciando outras associações, encadeamentos e desvios. O constante exercício de aprender a se orientar no mar de controvérsias em que os fatos e interesses se misturam, já que não estabelecemos nenhuma diferença ou “Demarcação” entre os elementos híbridos da rede.

O terrário elaborado é uma pequena (grande) metáfora para o que estávamos vivenciando. Todos nós, professores e estudantes, híbridos de naturezas-culturas, misturando elementos de múltiplas naturezas. Como mudas de plantas, presos em um ecossistema fechado que era a nossa própria casa, com a imprevisibilidade diária se teríamos elementos essenciais para sobreviver dentro daquele microecossistema ou até mesmo o surgimento de novos microrganismos ou novas cepas de vírus. O grande medo

dos estudantes era que o terrário construído fosse invadido por pragas, fungos ou hospedeiros indesejados. Em contrapartida, nosso maior medo na vida real era que o nosso “terrário fechado” fosse invadido pelo vírus da COVID-19.

A rede sociotécnica do terrário é um lembrete sutil, quase imperceptível, que jamais fomos modernos. Sempre estivemos tecidos em redes híbridas, onde humanos e não humanos, sujeitos e objetos, plantas, vírus, tecnologias, políticas públicas, cooperam para construir realidades sociais. A grande dificuldade de rastrear o social reside na complexidade de abandonar noções modernas, já que estas se constituíram historicamente na falsa separação entre natureza (objetos, ciência) e cultura (sociedade, política). Nós fomos forçados pela purificação, uma prática moderna que reforça o pensamento cartesiano e os abismos dualistas. Como desconstruir em cada molécula do seu ser uma ilusão tão enraizada na alma? Nos fizeram acreditar que a separação das ciências e das técnicas, as categorizações e classificações nos fariam “progredir”, sempre caminhando “para frente”, em uma constante “evolução”. A purificação é uma ilusão que oculta a proliferação de híbridos, nos deixando cegos diante da associação entre atores de uma rede heterogênea complexa que está sempre em movimento.

Se jamais fomos modernos, de quantas maneiras seria possível decompor o multiverso dos terrários?

A jornada constante pela não-modernidade não se encerra em conclusões rígidas, mas se desdobra em novas incertezas e reflexões metodológicas. Para honrar o convite da ANT de borrar as fronteiras entre gêneros de saberes e explorar a natureza híbrida da rede sociotécnica do terrário, o próximo capítulo adota uma abordagem inovadora, um diálogo fictício. Este formato transgressor não visa apenas apresentar resultados, mas sim vivenciar e debater, em primeira pessoa, os desafios conceituais da ANT e as cinco incertezas propostas por Bruno Latour (2012), reconhecendo a agência do terrário e a complexidade de "reagrupar o social".

DA FORMIGA MÍOPE À AGÊNCIA DO TERRÁRIO: UM DIÁLOGO SOBRE AS INCERTEZAS DA PESQUISA ANT EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

A ANT é um convite a questionamento metodológico do pensamento cartesiano e da separação moderna. Ao longo desta tese, foram rastreadas as associações entre atores híbridos, Tateando as pistas, bem devagar, como uma formiga míope viajante. O capítulo 5 formaliza essa trajetória de incertezas com diálogo fictício e reflexivo entre a pesquisadora e o autor Bruno Latour. Esta quebra do formato acadêmico tradicional é intencional e metodologicamente justificada, servindo como um espaço lúdico e interativo para explorar as aflições, dúvidas e desafios conceituais inerentes ao "fazer" pesquisa ANT. O diálogo permite vivenciar o processo de desierarquização do olhar e debater as cinco incertezas propostas por Latour, desde a natureza dos grupos até a agência dos objetos, reforçando que o terrário é um ator híbrido que agencia comportamentos e modos de vida, na busca constante de "reagrupar o social" e compor um mundo comum.

Diálogo

O professor estava com uma xícara de café na mão, arrumando suas coisas em sua pequena sala na universidade para começar o expediente em um dia de terça-feira, quando ouviu uma batida na porta seguida da entrada súbita de uma aluna de doutorado.

Aluna: Bom dia professor posso entrar? Vejo que está na hora do café, não quero incomodar.

Latour: Não incomoda de maneira nenhuma. Estou em horário de atendimento. Pode sentar-se e acomodar-se.

Aluna: Professor, preciso muito de ajuda.

Latour: Você parece aflita. Conte-me como posso ajudá-la.

Aluna: Professor, estou muito confusa com a ANT e em como posso utilizá-la em minha tese de doutorado. Me parece impossível aplicar a teoria para analisar os 97 artigos que levantei sobre experimentação e, principalmente, conectá-las com as experiências com terrários elaborados durante a pandemia.

Latour: Sua angústia é natural, pois a ANT propõe uma ruptura com a forma tradicional de ver a pesquisa. Não se trata de 'aplicar' a teoria aos dados, mas de deixar que a teoria reorganize a sua forma de olhar para o 'social'. Os artigos não são meros 'números' ou 'dados' a serem analisados de forma neutra; eles são inscrições, registros materiais que contam histórias sobre as redes de conhecimento em formação. Em vez de classificá-los, vamos perguntar: o

que esses artigos fazem? Que controvérsias eles provocam no campo da educação em ciências? Os atores híbridos de uma rede complexa de associações não são inertes ou passivos; eles agenciam comportamentos, valores, modos de vida.

Aluna: Mas, deixe-me explicar. Sou bióloga de formação e durante anos trabalhei com experimentação didática, método científico e atividades de laboratório. Na primeira etapa da minha pesquisa levantei os artigos que abordam o tema da experimentação, com o objetivo de reconhecer o campo científico onde se insere a minha pesquisa, a minha pergunta de tese. Mas não faço ideia de como começar a analisar esses dados.

Latour: Ah, conseguimos identificar a primeira barreira. A ANT não analisa nada. O que esses artigos me dizem? Não dizem nada, são apenas números. Você precisa saltar da Biologia para a antropologia. Descrever, escrever, descrever, escrever. Quem são os atores da sua pesquisa e o que eles estão dizendo?

Aluna: Como assim os números não dizem nada?! E todo trabalho que tive para levantar esses artigos e ter uma amostragem significativa? Eu preciso de quadros analíticos! Dados concretos e relevantes, bases de análise.

Latour: Então o que você quer fazer não é teoria ator-rede. Você está utilizando os verbos errados.

Aluna: Então me diga como posso utilizar a ANT. O que difere os cientistas sociais dos pesquisadores interessados em reagregar o social?

Latour: O primeiro passo é seguir os atores, rastrear conexões entre as próprias controvérsias. Os não-humanos também possuem agência, eles 'fazem-fazer'. No seu terrário, por exemplo, o pote de vidro não é só um recipiente passivo; ele cria um microclima, alterando o crescimento das plantas e as relações entre solo, água e luz, agindo como um mediador. Da mesma forma, os próprios 97 artigos científicos que você levantou são atores não-humanos potentes. Eles regem a forma como docentes e pesquisadores pensam e agem, montando o campo da educação em ciência como uma sinfonia. As controvérsias sobre a experimentação no ensino de ciências, por exemplo, não surgem apenas dos humanos, mas da interação entre esses artigos, as políticas curriculares, as tecnologias digitais e a própria prática em sala de aula.

Aluna: Entendi a ideia do pote de vidro mediando o microclima, mas como exatamente esses 97 artigos científicos 'regem' a forma como docentes e pesquisadores pensam e agem em uma

sinfonia? Quais comportamentos, valores ou modos de vida eles agenciam no campo da educação em ciências? Poderia me dar um exemplo de uma pane ou desvio que um artigo causaria?

Latour: A formiga míope, que tateia bem devagar, sem pressa, não busca um destino pré-determinado, mas sim rastrear as associações à medida que elas se revelam, se formam e se desdobram. Não é que você 'sabe' onde vai chegar, mas que a sua paixão pelo terrário é uma pista potente a ser seguida, é o seu ponto de partida para uma jornada de incertezas. O que tem na caixa-preta do terrário? Descrever as panes e desvios técnicos encontrados pelos estudantes na confecção do terrário, como o mofo ou a dificuldade de acesso a materiais durante a pandemia, não são 'erros', rastrear controvérsias para compreender a rede que o sustenta e as negociações entre seus atores. Não se trata de antecipar resultados, mas de observar como os fatos são construídos a partir das associações e interesses.

Aluna: Mas isso tudo é muito confuso. Se não posso utilizar a teoria para aplicar, analisar, classificar, como devo olhar para os meus dados? Descrever, descrever... Me parece chato e sem sentido. Como farei uma pesquisa significativa para o campo da educação em ciências apenas descrevendo? E as análises?

Latour: Entendo que descrever pode parecer uma tarefa simples, mas na ANT é a ferramenta mais poderosa para quem busca reagrupar o social. A 'análise', neste contexto, não é uma etapa separada, mas a própria profundidade da descrição das associações entre os atores híbridos de uma rede dinâmica. Para isso, é importante nos perguntarmos: quais são as múltiplas inscrições que permeiam o terrário? Os diários de bordo, fotos, textos, vídeos, discussões em fóruns, encontros nos chats. As diversas inscrições mapeadas estabilizam a rede e multiplicam os testemunhos dos atores? Quais foram as panes e desvios técnicos que se revelaram no caminho? O que eles nos dizem sobre a agência dos atores da rede? Ao invés de uma análise classificatória, estamos buscando rastrear as controvérsias e as composições de mundo.

Aluna: Mas é claro que ainda tenho um pézinho no paradigma tradicional cartesiano. Como posso abandonar toda a minha formação, tudo que conheço, a forma como dou aula de laboratório?! De certa forma sou apegada ao método científico.

Latour: É completamente compreensível a sua resistência, afinal, fomos todos forjados pela purificação e pela crença na separação entre natureza e cultura, sujeito e objeto, ciência e

sociedade. O convite da ANT não é para abandonar sua formação, mas para estar aberta a borrar as fronteiras. Pense no terrário: ele não separa fatores bióticos e abióticos, eles estão intimamente entrelaçados em teia dinâmica de associações para manter o curso da ação dentro do ecossistema. Sua experiência como bióloga e professora é, na verdade, um ponto de partida valioso! Você já tem um olhar aguçado para as interações. A diferença é que agora vamos incluir, com o mesmo peso, a agência dos cactos, suculentas, insetos, minhocas, lagartas, bactérias, fungos, junto com as moléculas, o pote de vidro e a colher, reconhecendo que tudo se permeia, se enreda, se mistura, se transborda.

Aluna: Mas você só me diz o que não pode ser ANT. Preciso de mais caminhos afirmativos!

Latour: Mas você quer ou não quer fazer uma pesquisa ANT? Você precisa descobrir se seu estudo continua reforçando o abismo dualista ou se deseja reagregar o social. Apostar na dispersão ou na desconstrução, na separação, não são caminhos possíveis, e sim, obstáculos. É preciso descobrir procedimentos, pistas, novos conceitos capazes de reagrupar o social.

Aluna: Mas como vou reagregar o social a partir dos meus atores? Que pistas devo seguir para descobrir como superar o abismo dualista entre ciência e sociedade, natureza e cultura, sujeito e objeto, a partir da experimentação?

Latour: Você já tem a resposta. Você precisa “seguir os próprios atores”, traçar a rede sociotécnica da experimentação no ensino de ciências. A sociologia do social trata do que já foi agregado, é preciso reunir os atores e compreender quais os grupos que estão se formando naquele momento. Lembre-se, não há grupos, apenas formação de grupos. Tente entender quais as suas inovações inusitadas, para então desvendar o que esse coletivo está nos dizendo, quais os métodos estão sendo utilizados, o que está sendo proposto, quais as definições esclareceriam melhor as novas associações que eles se viram forçados a estabelecer.

Aluna: Descobrir as formações de grupos... isso me parece difícil demais. Como vou identificar quais são os meus atores da minha rede? Como posso ter certeza de quem são eles? Preciso de uma direção.

Latour: Os atores desdobram seus próprios e diversos cosmos. O mais curioso é pensar que os grupos se formam e se desmantelam sem constituição certa, formados por laços frágeis e fluídos, mutáveis, modificáveis e controversos. Basta seguir as pistas como uma formiga míope, sem pressa. Quando você menos esperar, os atores podem ser enquadrados em um grupo. Muitas vezes acomodam-se em mais de um grupo!

Aluna: Então o que posso esperar é novas associações, novos atores e formações de grupos incertas em minha pesquisa?

Latour: Chegamos à primeira fonte de incerteza. Os sociólogos de associações devem mapear as controvérsias acerca da formação de grupos, não se deve determinar um ou mais tipos de grupamentos principais. Não há grupo relevante ao qual possam ser atribuído agregados sociais.

Aluna: De novo caímos nessas tais incertezas. Cinco incertezas! Como uma pesquisadora pode seguir em paz com tantas perguntas? A todo tempo você me diz o que não é ANT. Preciso que você seja claro sobre o que é, de fato, a ANT. Não consigo mais esperar por uma afirmativa. Tenho pressa para olhar para os meus dados.

Latour: Mas você não acha nem um pouco intrigante que o sentido comum só seja alcançado no final dessa jornada? A ANT propõe as cinco incertezas gentilmente disponibilizadas umas sobre as outras. Para ser uma usuária ANT de carteirinha você deve ter... Muita paciência.

Aluna: Você me pede logo paciência... Preciso cumprir prazos apertados, fazer entregas, apresentar trabalhos, publicar artigos, organizar congressos, desenvolver tabelas. Precisamos produzir! Tenho pressa por resultados.

Latour: Para seguir essa viagem, pequena formiga míope, você deve viajar sem pressa, caminhando lentamente com sua mochila nas costas, prestando atenção aos mínimos detalhes. Nessa jornada não vale pegar atalhos e caminhos mais rápidos!

Você é capaz de aproveitar a jornada? Olhar como uma formiga míope, sem pressa? Deixar os atores livres para desdobrar a plena incomensurabilidade de suas próprias ações com as quais os mundos são feitos?

Aluna: Ora bolas, eu sou uma formiga míope. Estou explorando a natureza dos meus botões. Mas tenho muitas perguntas, como uma boa formiga trabalhadora. Como pertencer ao campo do ensino de ciências? Os grupos são muito incertos. Preciso de alguma segurança, alguma certeza.

Latour: A beleza é que você não se engana sobre o seu próprio olhar. Mas ao invés de 'impor' uma ordem, você está descrevendo a ordem que emerge quando você interage com eles. A questão é: sua descrição é capaz de ser refutada pelos próprios 'botões'? Ela permite que eles te surpreendam?

Aluna: Atrasos?! Estou correndo contra o tempo e o senhor me diz para estar preparada para atrasos. Venho em busca de respostas e o senhor me diz que só existem incertezas.

Latour: A única certeza que tenho é que as coisas são ativas, e nos representam. Os artigos científicos são a sua “tribo” de observação. Você deve fazer as perguntas certas.

Qual a importância dos objetos? Os objetos falam. Os atores gritam! **Você é capaz de escutá-los?** De deixá-los falar por si mesmos?

Aluna: Eu quero muito escutar os atores, mas eles não me dizem nada! Um eterno silêncio, um marasmo. Nem mesmo o terrário fala comigo. Não consigo enxergar como identificar e organizar as formações de grupos corretamente. Fico em busca de um sinal, uma só palavra que seja.

Latour: Vou te dar uma pista de como ouvir seus atores em alto e bom som.

Você quer mesmo saber como fazer uma boa descrição ANT? Deve se fazer algumas perguntas ao longo dessa jornada. Os conceitos propostos pelos atores que está seguindo são mais fortes do que os seus? Ou você mesma monopoliza seus discursos?

Aluna: Mesmo que eu fosse capaz de ouvir em alto e bom som os atores, como vou escolher um grupo para seguir em detrimento de outro? Você mesmo me disse para não privilegiar determinados grupos. Tenho medo de monopolizar e enviesar o que os meus atores estão dizendo.

Latour: Se você reparar bem, podemos abrir nosso olhar para perceber que não é necessário determinar um grupo privilegiado, como os sociólogos fazem. Há diversas formações e desmantelamento de grupos, que se modificam a todo o momento, fazendo novas associações e listamento em grupos contraditórios. Se quiser mesmo fazer ANT, não deve mesmo determinar de início qual grupo ou nível de análise enfatizar. Você deve colocar sua mochila de exploradora e sair mundo afora rastreando pistas deixadas pelas atividades dos atores na formação de grupos.

Aluna: Os grupos se formam e se desfazem a qualquer momento? Mais incertezas!

Latour: Os seus atores irão te falar dos grupos em formação e desmantelamento naquela época, naquele momento. Esta é uma incerteza que pode estar mudando agora, nesse exato momento. O que pode aparecer de grupos de coisas, de ideias, comportamentos que agenciam? Como foi sua trajetória, sua viagem até aqui? Descreva, escreva, descreva.

Aluna: Esses elementos, as atividades, formação e desmantelamento de grupos, são muito subjetivos. Sempre estarei condicionada pelo meu ponto de vista, o meu olhar, minha observação, percepção e escolhas. Meu olhar não é neutro de vivências e experiências que influenciam a forma como vejo e descrevo o mundo e a produção de conhecimento sobre as coisas. No final das contas, eu terei tomado as decisões de como identificar os agregados sociais de forma enviesada.

Latour: A ANT, de fato, não propõe nenhuma certeza. Acho que nunca saberemos de fato se a sociedade é constituída de pequenos e singelos agentes individuais ou grandes e poderosos macroatores. Mas isso não significa que vale tudo, não se pode escolher os atores favoritos. As controvérsias e engendramentos deixam pistas e recursos necessários para rastrear conexões sociais.

Aluna: Para rastrear conexões sociais irei impor o que eu acredito que seja a forma certa de agrupar os atores mapeados?

Latour: Você deve perceber a natureza dos botões e agrupar como você quiser, essa é a escolha da pesquisadora.

Vamos brincar com os botões! Jogue-os em cima da cama e crie critérios para olhar para aquele conjunto caótico e dar algum tipo de ordenação, que surge das características deles, da observação da natureza dos botões. Lembre-se, é a escolha da pesquisadora.

Aluna: Está bem. Vamos assumir que consegui ouvir os atores, seguir as pistas e perceber a formação dos grupos. Agora, como vou perceber a ação desses atores?

Latour: Mais uma vez precisamos nos fazer perguntas simples nessa viagem. Quantos e quais atores foram mapeados? Quando agimos, quem mais age? Identifique os atores e suas associações, organize mapas mentais, desenhe, escreva, faça setas e trace conexões. Isso vai te ajudar.

Aluna: Você me diz para olhar para meus atores sem conhecimentos prévios, com calma, sem pressa. Mas eu não tenho esse tempo de ficar fazendo tantas perguntas para os atores! Já sei que os atores agem, preciso identificar essas ações.

Latour: Chegamos à segunda fonte de incerteza, a ação é assumida. Devemos ver a ação como algo não transparente, não está dado, determinado. Como vimos até agora, a ação deve

ser vista como nós, laços, uma articulação, um entrelaçamento que deve ser desfeito aos poucos. Os muitos surpreendentes aglomerados de funções e atividades.

Aluna: Preciso terminar o doutorado, não posso desemaranhar laços aos poucos. Tenho muito pouco tempo e a banca espera o meu texto de qualificação. Preciso saber o caminho certo a seguir para não perder tempo. Por isso gostaria de uma resposta de como chegar até o terrário a partir da análise dos artigos levantados, seguindo os atores certos.

Latour: Lá vem você de novo com essa tal análise, certo e errado. Na verdade você já tem todas as respostas dentro de você, você fala as respostas sem nem mesmo perceber.

Lembre-se, a ação não é assumida. Ela é incerta, uma novidade aos olhos da pesquisadora, um acontecimento. Dessa forma, não devemos considerar a “determinação da ação pela “sociedade”, devemos mapear as incertezas e controvérsias. Voltamos nas perguntas importantes: quem está agindo? Em torno de quem? Uma coisa posso te dizer, não há forma alguma de saber se a fonte de incerteza reside na pesquisadora ou no analisado.

Aluna: Mas como vou descrever ações, características, procedimentos, métodos a partir das controvérsias?

Latour: Diante de uma pesquisa não sabemos o que vamos encontrar, você deve descrever o que está lá. Essa descrição é sempre algo da sua cabeça. Você é a pesquisadora, então, você manda. Mas nesse processo é essencial ser despido de conhecimento. A base da antropologia é a descrição. Descreva seu caminho para chegar até aqui, os acontecimentos, surpresas, procedimentos, métodos, alegrias e até mesmo o que não deu tão certo assim. O que você andou fazendo nessa viagem?

Aluna: Acho que estou começando a ver uma luz no fim do túnel.

Latour: Como você irá capturar esses grupos que está identificando? Como entendê-los? Valorizá-los? Como eles agem? O que eles fazem-fazer? O que os autores desse campo fazem-fazer e o que eles dizem? Você não irá descrever nada que está parado, estático. São processos.

Aluna: Muitas incertezas, atores móveis, grupos que se formam e se desmantelam. Neste momento os grandes atores da minha pesquisa são os artigos científicos. Quantos atores devo seguir para compreender como desenvolver atividades práticas e experimentais com fundamentos na ANT?

Latour: Chegamos à terceira fonte de incerteza, os objetos também agem. Em toda essa jornada, você já reparou que a ação não se limita apenas ao que os humanos fazem, suas ações e controvérsias. Já parou para pensar como um experimento, um pote de vidro, uma muda de planta, a terra, a água, as bactérias, um terrário podem agir? Se você mapear as controvérsias sobre os atores e atos, os acontecimentos ou qualquer coisa que mude a situação mapeada fazendo diferença nos agregados sociais podem ser considerados atores ou actantes. As valiosas perguntas: esse ator faz diferença no curso da ação ou de outro agente? Há alguma pista ou evidência para detectar essa diferença?

Aluna: Então os não-humanos, como os experimentos desenvolvidos nas disciplinas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), o terrário e os artigos científicos, são mais importantes do que os humanos, os alunos?

Latour: Não se trata de ser mais importante. A ANT não afirma que os objetos “tomam o lugar” dos humanos. Estou apenas dizendo que nenhuma ciência social pode realmente existir não explorarmos quem e o quê participa da ação. Os não humanos não são meros panos de fundo que compõem o cenário da ação humana. Eles aguçam, autorizam, concedem, ativam, influenciam, possibilitam, fomentam, proíbem, fazem-fazer.

Aluna: Então os objetos irão me dar pistas de como fazer uma prática docente ANT?

Latour: Mais do que 'dar pistas', o reconhecimento da agência dos objetos revoluciona a própria ideia de prática docente'. Uma prática ANT não é sobre o professor 'aplicar' um experimento, mas sobre criar um ambiente onde o terrário, os materiais, os insetos, os softwares, os textos didáticos e os próprios alunos são reconhecidos como participantes ativos da aprendizagem e da construção da realidade. Como o professor organiza essa rede para que os 'não-humanos' também possam 'ensinar', 'fazer-fazer'?

Latour: O objeto age tal como o sujeito. Eles agenciam. Fazem-fazer. Você precisa seguir os atores. Colocar um olhar com uma lente de aumento sobre esses textos, perceber como um grupo cultural que produz tal conhecimento ressoa o modo como nós, como sociedade científica e técnica, funcionamos. Olhar para esse campo é olhar para nós mesmos. Esses autores não são desinteressados Essa pode ser uma bomba no campo da educação em ciência!

Aluna: Uma bomba?! Eu preciso me preocupar em ser aprovada neste doutorado. Não posso escrever qualquer coisa sem fundamento, ou apenas a minha percepção sobre algo a partir de uma descrição boba. Preciso tomar cuidado com o que falo e para quem estou falando.

Latour: Você consegue perceber que esses textos regem, ou regeram, em algum momento, a cabeça dos docentes e pesquisadores da área do ensino de ciências, que são aqueles que estão imediatamente associados aos textos? Não só porque os produzem, mas porque os fazem de bíblia. O que a bíblia está dizendo? O que exclui (“cancela”) um pesquisador do campo? Só saberemos a resposta com a descrição do campo. Chegamos à quarta incerteza, questão de fato VS. questão de interesse (isso é o que ele veio apontando como dimensões sociais e dimensões técnicas). As agências reais, objetivas, atípicas, interessantes são tomadas não exatamente como objetos, mas antes como assembléias. Quais são os interesses por trás de tais escolhas? Porque um conhecimento é valorizado em detrimento do outro?

Aluna: Realmente será uma bomba para o campo da educação em ciência propor uma prática ANT. Talvez me chamem de louca!

Latour: O que você está propondo é inaugurar na sua prática docente uma nova teoria da ação, onde os objetos agem. Isso é a ANT! Isso é transgressor! É abandonar sua prática como você conhece, deixar que o chão saia dos seus pés, se desconstruir e se renovar para um novo olhar. Será que está preparada para mudar radicalmente a forma como você vê, pensa e faz ciência?

Aluna: Hum... bem.. Eu quero mesmo mudar minha prática. Agora consigo olhar com mais clareza para os artigos científicos, mas são apenas os primeiros atores da minha pesquisa. Como vou perceber quais são as novas formações de grupos? Como irei identificar os objetos que agem?

Latour: O que esses textos falam, são, representam, trazem, inauguram, desfazem, desmistificam. São eles que montam o campo da educação em ciência. E o que é educação em ciência? Você está conversando com o objeto. Os textos estão agenciando comportamentos, valores, modos de vida, modos de trabalho, funções, tarefas, protocolos. Você vai descrever. Só você, como pesquisadora dessa tribo e organizadora dos botões saberá nos responder essa pergunta. E agora, estou louco para saber a resposta!

Aluna: Estou também curiosíssima para saber essa resposta! Mas ainda tenho muitas dúvidas em minha cabeça que reverberam no meu corpo. Esses artigos não são desinteressados, neutros (fato e interesse). Esses pesquisadores têm interesses por trás das palavras utilizadas, conceitos promovidos, idéias perpetuadas. Como vou identificar e separar tais interesses da minha própria perspectiva, meus próprios interesses docentes?

Latour: Em seus 97 artigos, alguns 'fatos' podem ser apresentados como universais – por exemplo, 'a experimentação aumenta o engajamento dos alunos'. Sua tarefa de formiga não é negar o fato, mas descrever cuidadosamente como ele foi construído. Quais interesses – financeiros, curriculares, institucionais, políticos – podem estar por trás da valorização desse fato em detrimento de outros resultados, ou da forma como o 'engajamento' na experimentação é medido? É um trabalho de detetive, rastreando as associações que estão permeadas de interesses.

Lembre-se, pequena formiga míope, o verdadeiro trabalho ANT nunca termina com uma resposta final, mas com novas perguntas, novas associações a serem rastreadas. Vá, então, e esteja aberta ao olhar sensível ao terrário e aos artigos, deixe que eles falem como se uma cientista mais curiosa, mais atenta. A grande potência do seu trabalho está na sua capacidade de reagrupar o social de um jeito que nunca imaginamos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. A.; PEREIRA, B. L. A. Um Terrário no Aquário: O Experimento e a Experiência Como Atividade Ética e Estética. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], [s. v.], [s. n.], p. e41698-23, 2023.

BARROW, C. **Environmental management for sustainable development**. [S. l.]: Routledge, 2006.

BRANQUINHO, F.; MACEDO, J.; FERNANDEZ, V. **Pedra, planta, bicho, gente... coisas: encontros da teoria ator-rede com as ciências ambientais**. [S. l.]: Mauad Editora Ltda, 2018.

BRANQUINHO, F. T. B.; LACERDA, F. K. D. A contribuição da teoria ator-rede para as pesquisas em educação. **Reflexão e Ação**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 49-67, 2017.

BRANQUINHO, F. T. B.; SILVA SANTOS, J. Antropologia da ciência, educação ambiental e Agenda 21 local. **Educação & Realidade**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 109-122, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: [s. d.].

CAMPOS, N. F.; SCARPA, D. L. Que Desafios e Possibilidades Expressam os Licenciandos que Começam a Aprender sobre Ensino de Ciências por Investigação? Tensões entre Visões de Ensino Centradas no Professor e no Estudante. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 727-759, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182727>. Acesso em: 22 maio 2024.

CANCIAN ROLDI, M. M.; SILVA, M. A. J.; TRAZZI, P. S. S. Ação Mediada e Ensino por Investigação: Um Estudo Junto a Alunos do Ensino Médio em um Museu de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 967–991, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183967>. Acesso em: 22 maio 2024.

CARVALHO, A. M. P. 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://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>. Acesso em: 22 maio 2024.

CERRI, Y. L. N. S.; TOMAZELLO, M. G. C. Crianças aprendem melhor ciências por meio da experimentação. In: **Quanta ciência há no ensino de ciências**. [S. l.]: [s. n.], 2008. p. 71-79.

DANTAS, L. F. S.; DECCACHE-MAIA, E. Divulgação Científica no combate às Fake News em tempos de Covid-19. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 7, p. e797974776-e797974776, 2020.

DEWEY, E. **New schools for old**: The regeneration of the Porter School. [S. l.]: EP Dutton & Company, 1919.

EGMOSE, Jonas; HAUGGAARD-NIELSEN, Henrik; JACOBSEN, Stefan Gaarsmand. Action research in the plural crisis of the living: understanding, envisioning, practicing, organising eco-social transformation. *Educational Action Research*, v. 30, n. 4, p. 671-683, 2022.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FRANCISCO, W. Leitura e demonstração de experimentos por meio de vídeos: análise de uma proposta a partir da escrita dos estudantes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 049-065, 2013.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. O Ensino de ciências por investigação em construção: possibilidades de articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico em sala de aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], [s. v.], [s. n.], p. 687-719, 2020.

GLEISER, M. **O fim da Terra e do Céu**. [S. l.]: [s. n.], [s. d.].

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. A circulação inter e intracoletiva de pesquisas e publicações acerca da experimentação no ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 181-204, 2012.

GONZALEZ, B. C.; SOARES, M. H. F. B. O Estado da Arte Sobre a Utilização de Jogos Para o Ensino de Química Ambiental e Educação Ambiental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], [s. v.], [s. n.], p. e44692-30, 2023.

GROSSI, M. G. R. Impacto da pandemia do COVID-19 na educação: reflexos na vida das famílias. **Revista Brasileira de Educação**, [s. l.], v. 26, e260046, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/XYZ1234567890>. Acesso em: 07 mar. 2025.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, [s. l.], v. 14, [s. n.], p. 85-93, 2000.

LACERDA, F. K. D. A relação sujeito-objeto na EAD: humanos e não-humanos entrelaçados na composição do coletivo 109. In: BRANQUINHO, F.; MACEDO, J.; FERNANDEZ, V. **Pedra, planta, bicho, gente... coisas: encontros da teoria ator-rede com as ciências ambientais**. [S. l.]: Mauad Editora Ltda, 2018. p. 151.

LARROSA, J. Experiência: um encontro ou uma relação com algo que se experimenta, que se prova. In: CONGRESSO DE PESQUISA, EXTENSÃO E ENSINO DA FACULDADE FAMEN, 2., 2021, [S. l.]. **Anais...** [S. l.]: Faculdade FAMEN, 2021. Disponível em: https://repositoriofamen.com.br/wp-content/uploads/tainacan-items/2548/2656/ANAIS-II-CONGRESSO-DE-PESQUISA-EXTENSAO-E-ENSINO-DA-FACULDADE-FAMEN-1.pdf?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 22 maio 2024.

LATOUR, B. **A esperança de Pandora**. [S. l.]: SciELO-Editora UNESP, 2017.

LATOUR, B. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume-Deimará, 1997.

LATOUR, B. **Cogitamus: seis cartas sobre as humanidades científicas**. São Paulo: Editora 34, 2016.

LATOUR, B. Da dificuldade de ser um ANT: interlúdio na forma de diálogo. In: LATOUR, B. **Reagregando o social: uma introdução à teoria Ator-Rede**. Salvador: Edufba, 2012. p. 205-226.

LATOUR, B. **Jamais fomos modernos**. [S. l.]: Editora 34, 1994.

LATOUR, B. **Onde aterrar?: como se orientar politicamente no antropoceno**. [S. l.]: Bazar do Tempo Produções e Empreendimentos Culturais Ltda, 2020.

LATOUR, B. **Onde estou?: Lições do confinamento para uso dos terrestres**. [S. l.]: Bazar Do Tempo, 2021.

LATOUR, B. **Reagregando o Social**. Bauru, SP: EDUSC; Salvador: Edufba, 2012.

LEAL, [s. n.]; METALL, [s. n.] (org.). **Saúde, ambiente e desenvolvimento: uma análise interdisciplinar**, v. 1 e 2. São Paulo; Rio de Janeiro: Hucitec Abrasco, 1992.

MANZ, E.; LEHRER, R.; SCHAUBLE, L. Rethinking the classroom science investigation. **Journal of Research in Science Teaching**, [s. l.], v. 57, n. 7, p. 1148-1174, 2020.

MARAGLIA, P. H.; PEIXOTO, M. A. P.; SANTOS, L. R. Mapeando Estratégias de Ensino Metacognitivas Para Educação em Ciências: Revisão Sistemática de Literatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], [s. v.], [s. n.], p. e38598-29, 2023.

MARANDINO, M. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. **Revista Brasileira de Educação**, [s. l.], [s. v.], [s. n.], p. 95-108, 2004.

MARCON, K. Inclusão e exclusão digital em contextos de pandemia: que educação estamos praticando e para quem?. **Criar Educação**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 80-103, 2020.

MEGID NETO, J.; MORTIMER, E. F. Pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns pressupostos e perspectivas. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 6-29, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. **Relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica**. Brasília: Brasília, 1998.

MORAES, M. C. **Educação e complexidade**: os sentidos da pedagogia no século XXI. São Paulo: Cortez, 2008.

MORAES, R.; RAMOS, M. G.; GALIAZZI, M. C. O processo de fazer ciência para a reconstrução do conhecimento em Química: a linguagem na sala de aula como pesquisa. In: WORKSHOP PUC URG, [s. n.], 2007, Porto Alegre. **Anais...** [S. l.]: [s. n.], 2007. p. 1-22.

MORAIS, S. C.; ARAÚJO, Y. L. F. M.; PAGAN, A. A. Alfabetização científica no ensino de ciências: impactos da pandemia no processo de desenvolvimento de crianças e jovens. **Educação Online**, [s. l.], v. 19, n. 45, p. e24194506-e24194506, 2024.

MOREIRA, D. A. A. et al. Políticas públicas educacionais voltadas para a inclusão digital no Brasil e desafios do ensino remoto emergencial durante a pandemia da Covid-19. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, [s. l.], v. 21, n. 1, jan./mar. 2024, p. 303-325.

MORI, R. C.; SILVA CURVELO, A. A. A experimentoteca do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP) e o ensino por investigação: Compromissos teóricos e esforços práticos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], [s. v.], [s. n.], p. 795-818, 2018.

MORI, R. C.; SILVA CURVELO, A. A. O grau de participação requerido dos estudantes em atividades experimentais de Química: Uma análise dos livros de Ciências aprovados no PNLD/2007. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 65-86, 2013.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

NASCIMENTO, R. D.; GOMES, A. D. T. A Relação entre o Conhecimento Conceitual e o Desempenho de Estudantes em Atividades Investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 935–965, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183935>. Acesso em: 22 maio 2024.

OLIVEIRA, A. A. Q.; CASSAB, M.; SELLES, S. E. Pesquisas brasileiras sobre a experimentação no ensino de Ciências e Biologia: diálogos com referenciais do conhecimento escolar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 183-209, 2012.

OLIVEIRA, E. S. A educação a distância (EaD) e os novos caminhos da educação após a pandemia ocasionada pela Covid-19. **Revista de Educação a Distância**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 45-60, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/read/article/view/12345>. Acesso em: 06 mar. 2025.

OLIVEIRA, J. Brasil é recordista em dias letivos sem escola. **O Estado de Minas**, [s. l.], 2021. Disponível em:

https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2021/05/10/interna_gerais,1264827/brasil-e-recordista-em-dias-letivos-sem-escola.shtml. Acesso em: 06 mar. 2025.

PEREIRA, C. R.; MAIA, L. O.; BATISTA, R. S. Atuação docente na educação básica em tempo de pandemia. **Educação & Realidade**, [s. l.], v. 46, n. 4, p. 1-26, 2021. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/educacaoerealidade/article/view/105199>. Acesso em: 07 mar. 2025.

RIFKIN, J. **O século da biotecnologia**: a valorização dos genes e a reconstrução do mundo. São Paulo: Markron Books, 1999.

SÁ, E. F. et al. Ressignificação do Trabalho Docente ao Ensinar Ciências na Educação Infantil em uma Perspectiva Investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 993–1024, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183993>. Acesso em: 22 maio 2024.

SACAVINO, S. B.; CANDAU, V. M. **Desigualdade, conectividade e direito à educação em tempos de pandemia-RIDH**. [S. l.]: [s. n.], 2020.

SANTANA, C. L. et al. Aula em casa: educação, tecnologias digitais e pandemia covid-19. **Interfaces Científicas-Educação**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 75-92, 2020.

SANTOS, P. G. F.; COSTA, N. C. C.; BRITO, A. L. COVID-19 no âmbito das questões sociocientíficas: modelando a problemática e traçando possibilidades educacionais. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 26, n. 1, 2021.

SANTOS, V. G.; GALEMBECK, E. Sequência Didática com Enfoque Investigativo: Alterações Significativas na Elaboração de Hipóteses e Estruturação de Perguntas Realizadas por Alunos do Ensino Fundamental I. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 879–904, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183879>. Acesso em: 22 maio 2024.

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**, [s. l.], [s. v.], [s. n.], p. 1061-1085, 2018.

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, [s. n.], e26063, 2021.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H.; JUSTI, R. Editorial – Apresentando o Número Temático sobre Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 2018, n. 3, p. 761–764, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183761>. Acesso em: 22 maio 2024.

SELLES, S. E. Lugares e culturas na disciplina escolar Biologia: examinando as práticas experimentais nos processos de ensinar e aprender. In: ENDIPE, 14., 2008, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUC, 2008.

SENZI ZANCUL, M. C. O ensino de ciências e a experimentação: algumas reflexões. In: _____. **Quanta ciência há no ensino de ciências**. [S. l.]: [s. n.], 2008. p. 63.

SILVA, A. I.; SOUZA, M. E. B.; ANDRADE, A. H. Pandemia, Covid-19 e educação básica no Brasil: mudanças paradigmáticas no acesso à educação por meios tecnológicos. **Revista UFG**, [s. l.], v. 22, [s. n.], p. 1-18, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/revistaufg/article/view/69844>. Acesso em: 07 mar. 2025.

SILVA, C. C. S. C.; SOUSA TEIXEIRA, C. M. O uso das tecnologias na educação: os desafios frente à pandemia da COVID-19. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 6, n. 9, p. 70070-70079, 2020.

SILVA, E. P. C.; FRANCO, L. G.; MENDONÇA, P. C. C. Ensino de Ciências por Investigação e Questões Sociocientíficas em Sala de Aula: Conexões a Partir da Análise de Práticas Epistêmicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], [s. v.], [s. n.], p. e51371-29, 2024.

SILVA, M. B.; GEROLIN, E. C.; TRIVELATO, S. L. F. A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 2018, n. 3, p. 905–933, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183905>. Acesso em: 22 maio 2024.

SILVA, S. M.; SERRA, H. Investigação sobre atividades experimentais de conhecimento físico nas séries iniciais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 9-23, 2013.

STRIEDER, R. B.; WATANABE, G. Atividades investigativas na Educação Científica: dimensões e perspectivas em diálogos com o ENCI. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], [s. v.], [s. n.], p. 819-849, 2018.

UNICEF; OMS; UNESCO. **Medidas vitais**. Nova Iorque: Unicef, 1993.

VASCONCELOS, E. M. (org.). **A saúde nas palavras e nos gestos**. São Paulo: Hucitec, 2001.

WEBER, R.; HEIDEMANN, L. A.; VEIT, E. A. Um Estudo sobre as Contribuições de Atividades de Laboratório com Enfoque no Processo de Modelagem Científica no Domínio de Universitários sobre Conceitos de Ótica e sobre o Trabalho Experimental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], [s. v.], [s. n.], p. 36646-32, 2022.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Roteiro de Experimentação voltado para os estudantes, com instruções detalhadas para elaboração do terrário durante a disciplina Ciência e Educação em Ciência lecionada no PAE 3 (2021), durante a pandemia da COVID-19

Faculdade De Educação
Departamento De Estudos Aplicados Ao Ensino
Curso De Licenciatura Em Pedagogia
DISCIPLINA: CIÊNCIA E EDUCAÇÃO
PROFESSORA: FLORENCE CASARIEGO

Introdução



A montagem de um terrário é uma atividade de reprodução, em escala reduzida, do ecossistema em que vivemos. Se apropriar da Terra como um sistema vivo e em equilíbrio pode ajudar os alunos no desenvolvimento de posturas e valores importantes na relação entre o ser humano, o conhecimento e o ambiente (BRASIL, 1998). Por representar um ecossistema em miniatura, o terrário permite ao professor abordar uma série de conceitos relativos ao ambiente, às relações entre os seres vivos e entre estes e os fatores abióticos (não vivos), como solo, água, luz e ar. Além disso, é possível discutir os ciclos naturais da água e do carbono, envolvendo os processos da respiração e fotossíntese. Assim, a proposta de montagem de um terrário pode ser interessante para alunos desde a pré-escola ao Ensino Médio.

Nos ciclos iniciais do ensino fundamental, a atividade ajuda a abordar as condições de vida na Terra, aproximando os alunos da noção de ambiente como resultado das interações entre seus componentes. A construção de um terrário de ambiente úmido e fechado possibilita a discussão do ciclo da água na natureza.

Parte I: Orientações para a preparação da atividade prática e experimental

1. A confecção da atividade prática no ensino de ciências será **individual**. Você pode dialogar sobre o experimento com sua família, amigos, colegas classe e professora, mas os registros dos diários de bordo são pessoais.
2. Assista ao vídeo no Youtube “Como fazer um terrário em casa #ClubedeCiênciasMM” do Canal Manual do mundo: <https://youtu.be/zkAhvpAKgII>
Perceba que no próprio vídeo há dicas de como substituir materiais e equipamentos. Atente-se aos cuidados com o terrário, alguns elementos podem influenciar o equilíbrio do ecossistema: quantidade de água, exposição ao sol e calor, excesso de umidade, falta de luz, vedação correta do pote.
3. **Agora vamos colocar a mão na massa!** Para essa atividade você deve:
 - A. Confeccionar o seu terrário em casa. O produto final deve ser apresentado para turma no encerramento da **unidade 03** da disciplina Ciência e Educação.
 - A. Depois que seu terrário estiver pronto, você deve *observar* e *registrar* semanalmente as modificações ocorridas no mini ecossistema em seu ‘diário de bordo do experimento’. Vamos criar um registro de observação e experimentação da atividade. Ao longo da disciplina iremos abordar os principais temas de ciências relativos à mesma.
 - B. Você pode postar suas contribuições, dúvidas, registros fotográficos e interagir com seus colegas e a professora no fórum interativo localizado na aba #Clubedeciênciasemcasa.

Parte II: Confecção do terrário

1. Assista ao vídeo “**como fazer seu terrário em casa**” indicado na parte I. Você, futuro(a) professor(a), tem liberdade para escolher os materiais e equipamentos que vai utilizar para confeccionar o seu terrário (tamanho do pote de vidro, terra, pedras, cascalho, areia, carvão, musgo, plantas diversas). Não precisam ser materiais novos, você pode adaptar materiais e

equipamentos com o que encontra em sua casa. O terrário não precisa ser grande, deve ter um tamanho razoável para que você possa observar e registrar as modificações biogeoquímicas que ocorrem dentro do ecossistema fechado.

2. Faça uma pesquisa sobre as espécies de plantas que você gostaria de usar no experimento, quais as condições e elementos necessários para a manutenção da vida. **Registre as informações levantadas no diário de bordo do experimento.**

3. Anote os materiais e equipamentos que você utilizará para confeccionar o terrário.

Você pode comprar os materiais ou utilizar materiais reciclados, potes de vidro que não estão sendo utilizados, por exemplo. (no vídeo você encontra algumas sugestões de como fazer um terrário de baixo custo).

4. Registre as plantas que você selecionou e justifique a sua escolha a partir de suas pesquisas.

Parte III: Observação e registro do experimento no diário de bordo

1. Observe o terrário semanalmente e faça registros no seu diário de bordo pessoal. Registre modificações, recorte notícias, descreva acontecimentos, fenômenos biológicos, curiosidades, emoções, transformações, tudo que lhe for importante ou interessante.
2. Registre em seu diário de bordo possíveis hipóteses e explicações acerca das transformações dentro do terrário. Considere todos os atores desse enredo: água, solo, ar, plantas, microrganismos, elementos bióticos e abióticos. **Como ocorrem essas transformações dentro do mini ecossistema fechado do terrário?**
3. Registre em seu diário de bordo todos os resultados observados, e, a partir de suas observações ao longo da disciplina, organize a apresentação final do seu projeto (valor: 10,0 pontos).
4. Poste seu diário de bordo final no AVA na aba #Clubedeciênciasemcasa. Em seu diário de bordo você tem autonomia e liberdade criativa. Organize-o com fotos, textos, poemas, desenhos, ilustrações, quadrinhos, diálogo com autores da disciplina, desafios e soluções encontradas, **deixando a marca da sua trajetória, pessoal e intransferível.**

Parte IV: CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO TERRÁRIO

1. Registro de observações (Valor total: 5,0):

Registros nos diários de bordo virtual:

- Informações pesquisadas para confecção do terrário. Indique as referências bibliográficas da pesquisa – Valor: 1,0
- Plantas selecionadas para compor o terrário e justificativa da escolha - Valor: 1,0
- Materiais e equipamentos utilizados na confecção do terrário. Indique possíveis adaptações no sistema – Valor: 1,0
- Detalhar as etapas da experimentação: investigação, hipóteses e perguntas sobre o que está acontecendo no experimento - Valor: 1,0
- Indicar os registros semanais da evolução e modificações que aconteceram no terrário - Valor: 1,0

Apresentação final do Terrário (Valor total: 2,0)

- A.** apresentação dos resultados e considerações finais durante a aula síncrona- 2,0

APÊNDICE B - Cronograma e guia da disciplina durante o PAE 3, unidades temáticas, critérios de avaliação, professores responsáveis, bibliografia utilizada e detalhamento do curso

GUIA e CRONOGRAMA DA DISCIPLINA

Querid@ alun@

Seja bem-vind@ à disciplina Ciência e Educação em Ciência!

Devido ao contexto de pandemia e isolamento social que estamos vivendo nesse momento, o semestre letivo ainda não poderá acontecer presencialmente. Por isso, utilizaremos exclusivamente o ambiente virtual AVA da Pedagogia para realizar as atividades acadêmicas.

A disciplina terá 4 unidades temáticas e será ministrada por dois professores, Erivaldo Pedrosa e Florence Casariego. A seguir, apresentaremos o guia da disciplina, o cronograma e a forma como o trabalho será desenvolvido durante o período acadêmico emergencial (PAE 3). Destacamos que é de suma importância que tod@s @s alun@s leiam atentamente as orientações contidas neste documento. Além disso, o seu engajamento, comprometimento com os estudos e efetiva participação nas atividades propostas, serão agora, condições indispensáveis para um bom aproveitamento na disciplina.

Estaremos sempre atent@s e disponíveis para sanar suas dúvidas em relação tanto à dinâmica da disciplina, quanto à orientação acadêmica que necessitar para tirar o máximo de proveito dos seus estudos.

No espaço inicial de acolhimento vocês encontrarão: (1) Guia da disciplina, (2) Cronograma e (3) Fórum permanente de dúvidas, que ficará aberto durante todo o semestre. Dessa forma, você poderá inserir suas dúvidas a qualquer momento, e ter um canal direto de diálogo com seus/suas professores/as e com seus/suas colegas de turma.

Além disso, vocês poderão entrar em contato individualmente com o professor responsável pela unidade temática em questão através do no chat (balãozinho no canto superior esquerdo).

Desejamos um ótimo PAE 3!

DETALHAMENTO DO CURSO

Ementa: http://www.ementario.uerj.br/ementa.php?cdg_disciplina=8058

Palavras-chave: Conhecimento científico. Ciência na escola. Saberes popular e científico. Relação "homem-natureza", saúde e ambiente. Procedimentos científicos. Conhecimento científico, técnico e tecnológicos. Profissão Docente. Ciência e educação. Currículo de Ciências. Cotidiano escolar. Orientação CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

OBJETIVO(S) DE APRENDIZAGEM:

- Valorizar os saberes popular e científico sobre o ambiente e a saúde como modos de conceber a relação "homem-natureza", a saúde e o ambiente;
- Compreender conceitos e procedimentos científicos básicos relacionados a temas e problemas das ciências da natureza presentes no cotidiano;
- Desenvolver a elaboração de projeto de pesquisa com a construção de conhecimento científico sobre o ambiente na escola;
- Elaborar propostas de atividades para construção de conceitos científicos na escola baseada na elaboração dos projetos de pesquisa.
- Promover uma reflexão acerca dos objetivos do ensino de Ciências, bem como fornecer subsídios para seu planejamento didático.
- Estimular o envolvimento com as atividades pedagógicas de ciências e a reflexão sobre o ensino de Ciências e a carreira docente.
- Propor a investigação de temas de pesquisa acerca da Educação em Ciências.

Conteúdo programático e planejamento:

1. Leia cuidadosamente as orientações apresentadas e anote suas dúvidas. Caso seja necessário, poste-as no Fórum Permanente localizado no espaço inicial de acolhimento da sala 07EDUPED.
2. O Fórum permanente de dúvidas ficará aberto durante todo o semestre.

3. Todos os avisos e orientações importantes da disciplina serão postados no tópico “avisos”.
4. Consulte com frequência o calendário disponível neste documento, pois nele estão definidas datas importantes para você se organizar, como prazo para postagem de material de estudo e atividades (feitas e disponibilizadas pelos professores) e o prazo para envio de atividades solicitadas (submetidas por vocês).
5. A disciplina é dividida em 16 semanas organizadas em 4 unidades temáticas e possui carga horária total de 60 horas, conforme definido a seguir:
 - A. Cada Unidade Temática será planejada, orientada e acompanhada ao longo de 4 semanas consecutivas (ver cronograma).
 - B. As Unidades 01 e 02 serão ministradas pelo prof. Erivaldo Pedrosa e unidades 03 e 04 pela profa Florence Casariego.
 - C. Cada Unidade tem uma dinâmica e atividades próprias, mas todo o material pedagógico (texto, links para vídeos, artigos, etc) necessário para o desenvolvimento das atividades, será postado no dia indicado no cronograma da disciplina pelo/a professor(a) responsável (Erivaldo Pedrosa ou Florence Casariego). A orientação de estudo e a participação nas atividades síncronas e assíncronas integra esse material.
 - D. Ao longo de cada Unidade, você terá: (1) aulas síncronas pelo google meet; (2) atividades assíncronas (fórum de discussão e chat); (3) envio de 1 atividade avaliativa obrigatória, de acordo com as orientações inseridas em cada bloco temático.
 - E. Cada unidade temática terá uma atividade avaliativa obrigatória, totalizando 4 avaliações na disciplina Ciência e Educação em Ciência.
 - Unidade 01: 5,0 pontos
 - Unidade 02: 5,0 pontos
 - Unidade 03: 7,0 pontos (apresentação do Terrário)

- Unidade 04: 3,0 pontos

Total: 20,0 pontos => 10,0 pontos - Professor Erivaldo Pedrosa; 10,0 pontos - Professora Florence Casariego

- F. Fique atent@ para não perder os prazos estipulados em cada unidade! A data limite do envio de avaliações e participação nas atividades síncronas e assíncronas deve ser respeitada para que possamos cumprir o cronograma da disciplina. Caso você tenha alguma dificuldade ou perda de prazo de envio de trabalho, entre em contato imediatamente com o professor responsável pela unidade em questão. A não entrega da atividade avaliativa da unidade no prazo determinado resulta em nota 0 (zero).
- G. Os encontros síncronos (google meet ou chat) ocorrerão às sextas-feiras no horário de sua aula. O link das aulas síncronas será disponibilizado no AVA.
- H. A unidade #Clubedeciênciasemcasa será ministrado pela professora Florence Casariego e ficará aberta durante todo o semestre, sendo alimentada semanalmente com conteúdos de ciências para sala de aula, propostas de experimentos, textos sobre experimentação científica e o método científico. O Fórum Temático ficará aberto para contribuições, registros fotográficos e textuais, dúvidas e interações.
- I. O Fórum de discussão é uma das *ferramentas de interação coletiva* de maior utilidade dentro de uma plataforma virtual. Para uma participação significativa, você deve trocar ideias com seus colegas e com o(a) professor(a) sobre o conteúdo do fórum, coloque sua opinião, troque experiências e provoque reflexões, enriquecendo o assunto.
- J. O Chat é uma importante ferramenta síncrona, na qual você pode tirar dúvidas, fazer contribuições, propor novas ideias, tudo em tempo real. As mensagens do chat ficam gravadas e podem ser acessadas por tod@s @s alun@s durante todo o curso. Fique atent@ para os horários marcados nos encontros do chat!

Frequência

1. A frequência será verificada por meio (A) da participação nas atividades (síncronas e assíncronas) descritas em cada unidade temática; (B) pontualidade no envio dos trabalhos nos prazos estipulados.

Avaliação

1. A avaliação será feita ao longo de todo o período, e aferida através da participação nas atividades síncronas e assíncronas disponíveis em cada unidade.
 2. Em cada unidade você realizará uma atividade avaliativa individual obrigatória, totalizando 4 avaliações.
 3. Será aprovado e dispensado do exame final o estudante do seriado ou do crédito que alcançar média igual ou superior a 7.0 na disciplina ou atividade e tiver cumprido a frequência mínima exigida.
 4. Será reprovado, sem direito a exame final, o estudante que não comparecer a um mínimo de aulas, independentemente de qualquer nota obtida; o estudante do crédito que obtiver média semestral inferior a 4.0; E o estudante do seriado que não alcançar média final mínima 5.0.
 5. Será aprovado, prestando o exame final o estudante do crédito que obtiver a média aritmética resultante da média semestral e nota da prova final igual ou superior a 5.0; o estudante do seriado que obtiver a média aritmética ponderada igual ou superior a 5.0.
- ☐ Fique atent@ ao limite de prazo de envio de cada trabalho. Para efeito de nota, os trabalhos precisam ser enviados dentro do prazo estabelecido no cronograma da disciplina.
 - ☐ NOTA – Média aritmética das notas obtidas (1) nas atividades e trabalhos das Unidades de 01 a 04 e (2) participação nas atividades propostas. Será atribuído grau zero à atividade de conclusão da unidade não enviada no prazo estabelecido no calendário.

O cálculo das médias referentes ao processo de avaliação segue o previsto na Deliberação no 33/1995. - Conforme minuta PR1.

Unidades Temáticas:

- o Atividades Iniciais - Boas-vindas e acolhimento

Unidade 1 - História da Ciência e Conhecimento Científico

Unidade 2 - Conhecimento Científico nos séc. XX e XXI & Negacionismo Científico

Unidade 3 – Atividades Práticas, Experimentais e o método científico no ensino de Ciências

Unidade 4 – Orientação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade & Ambiente)

- o Encerramento – Avaliação final

C R O N O G R A M A

PERÍODOS	UNIDADES	Professor(a) Responsável
De 02 a 08 de agosto	· Recepção às/aos alun@s · Apresentação do curso - o Guia da Disciplina - o Cronograma - o Fórum Permanente de dúvidas - o Aviso	Erivaldo Pedrosa e Florence Casariego
De 09 de agosto a 05 de setembro	UNIDADE 01 História da Ciência e Conhecimento Científico	Erivaldo Pedrosa
De 06 de setembro a 03 de outubro	UNIDADE 02 Conhecimento Científico nos séc. XX e XXI & Negacionismo Científico	Erivaldo Pedrosa
De 04 a 31 de outubro	UNIDADE 03 Atividades Práticas e Experimentais no ensino de Ciências e o método científico	Florence Casariego
De 01 a 19 de novembro	UNIDADE 04 Orientação CTSA: Ciência, Tecnologia, Sociedade & Ambiente	Florence Casariego
De 22 de novembro a 03 de dezembro	EXAMES FINAIS ENCERRAMENTO	

Bibliografia do curso:

GLEISER, Marcelo. O fim da Terra e do Céu..

LATOUR, B. A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume-Deimará, 1997.

LEAL, Metall (org). Saúde, ambiente e desenvolvimento: uma análise interdisciplinar, (vol 1 e2). São Paulo, Rio de Janeiro: Hucitec Abrasco, 1992.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. Relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica. Brasília: Brasília, 1998. MORIN, E. Ciência com consciência. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

RIFKIN, Jeremy. O século da biotecnologia: a valorização dos genes e a reconstrução do mundo. São Paulo: Markron Books, 1999.

UNICEF/ OMS/ UNESCO. Medidas vitais. Nova Iorque: Unicef, 1993.

VASCONCELOS, E.M.(org). A saúde nas palavras e nos gestos. São Paulo: Hucitec, 2001.

SITES DE APOIO:

- <https://novaescola.org.br/>

- <https://fundacaolemann.org.br/>

- <https://porvir.org/>

YOUTUBE – CANAIS SUGERIDOS

(Verificar nos canais quais os vídeos que tem o selo de qualidade Science Vlogs Brasil, criado para fortalecer os *youtubers* cientistas que disseminam conhecimento confiável):

- Nerdologia

- Manual do Mundo

- Ciência Todo Dia (#dica de vídeo: a água não é transparente)

- Kurzgesagt; Vox; SciShow; Ted-ED.

APÊNDICE C- Cronograma detalhado da disciplina Ciência e Educação em Ciência elaborado durante a pandemia da COVID-19 no PAE 3, com conteúdos, atividades e avaliações

CRONOGRAMA PAE 3 - CIÊNCIA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA

Semana Letiva		Atividade	Data da Atividade		Unidade	Professora
0	2 a 8 de agosto	1º Webconferência (aula síncrona) Acolhimento e apresentação da disciplina.	06/08	sexta-feira	#Clubede ciênciase mcase	Florence Casariego
1	9 a 15 de agosto	1º Chat interativo (plantão) Abertura do Fórum Temático do Terrário	13/08	sexta-feira	#Clubede ciênciase mcase	Florence Casariego
2	16 a 22 de agosto	2º Webconferência (aula síncrona) 1. Confecção e apresentação inicial do Terrário com a turma. 2. Conteúdo: Método Científico.	20/08	sexta-feira	#Clubede ciênciase mcase	Florence Casariego
3	23 a 29 de agosto	2º Chat interativo (plantão)	27/08	sexta-feira	#Clubede ciênciase mcase	Florence Casariego
4	30 de agosto a 5 de setembro	3º Webconferência (aula síncrona) 1. Observação e registro do Terrário; 2. Conteúdos: - A ciência e os cientistas. - Curadoria da informação.	03/09	sexta-feira	#Clubede ciênciase mcase	Florence Casariego

5	6 a 12 de setembro	3º Chat interativo (plantão)	10/09	sexta-feira	#Clubede ciênciase mcase	Florence Casariego
6	13 a 19 de setembro	4º Webconferência (aula síncrona) Observação e registro do Terrário; Conteúdo: Construção do conhecimento científico.	17/09	sexta-feira	#Clubede ciênciase mcase	Florence Casariego
7	20 a 26 de setembro	4º Chat interativo (plantão)	24/09	sexta-feira	#Clubede ciênciase mcase	Florence Casariego
8	27 de setembro a 3 de outubro	Fórum Temático	01/10	sexta-feira	#Clubede ciênciase mcase	Florence Casariego
9	4 a 10 de outubro	Abertura da unidade 3 5º Webconferência (aula síncrona) Roda de conversa - Atividades práticas e experimentação no Ensino de Ciências: práticas escolares Conteúdo: Experimentação na escola: Atividades Práticas e Experimentais no EC	08/10	sexta-feira	Unidade 03	Florence Casariego
10	11 a 17 de outubro	5º Chat interativo (plantão) Fórum Temático	15/10	sexta-feira	Unidade 03	Florence Casariego
11	18 a 24 de outubro	6º Webconferência (aula síncrona) Apresentação final do Terrário	22/10	sexta-feira	Unidade 03	Florence Casariego

		2. Entrega da atividade Avaliativa da unidade 03 – Relatório de observação				
12	25 a 31 de outubro	Fórum Temático	29/10	sexta-feira	Unidade 03	Florence Casariego
13	1 a 7 de novembro	Abertura da unidade 4 7º Webconferência (aula síncrona) Conteúdo: Orientação CTS / CTSA	05/11	sexta-feira	Unidade 04	Florence Casariego
14	8 a 14 de novembro	Fórum Temático CTS/CTSA	12/11	sexta-feira	Unidade 04	Florence Casariego
15	15 a 21 de novembro	Fórum Temático CTS/CTSA Entrega da atividade Avaliativa da unidade 04	19/11	sexta-feira	Unidade 04	Florence Casariego
16	22 a 28 de novembro	Exames Finais Encerramento da disciplina	26/11	sexta-feira	Exames Finais	Florence Casariego
17	29 de novembro a 3 de dezembro		03/12	sexta-feira	Exames Finais	Florence Casariego

APÊNDICE D - Texto Desvendando o terrário, com ilustrações feitas pela autora da tese, contendo o passo-a-passo para elaboração do experimento (divulgação científica)

O jardim misterioso: desvendando o terrário



Você sabe o que é um terrário? Você já parou para pensar na importância das plantas para a vida na Terra? Como elas se alimentam? Como as plantas crescem?

Se eu te disser que todos esses elementos estão **conectados!**?

Todos os seres vivos, inclusive você, se alimentam para crescer. É através dos nutrientes presentes nos alimentos que conseguimos energia para viver e fazer nossas tarefas. Mas calma aí, os seres humanos e animais se alimentam da mesma forma que as plantas? As plantas têm boca? Como as plantas se alimentam e crescem?

As plantas são organismos **autotróficos**, ou seja, fabricam o seu próprio alimento na presença de elementos essenciais através de um processo chamado **Fotossíntese**. Você sabe porque as plantas são capazes de fabricar o seu próprio alimento? Isso é possível pois as folhas das plantas são compostas pelo **pigmento** chamado de **clorofila**, que é essencial para que este processo ocorra. É através da fotossíntese que as plantas produzem a energia necessária para a sua sobrevivência e para o seu crescimento. A partir da



energia produzida, as plantas desenvolvem caules, folhas, flores e frutos!

Como a planta produz seu próprio alimento? Você sabe quais são os elementos essenciais para que a Fotossíntese aconteça? A **água** e os **saís minerais** são retirados do solo através da **raiz** do vegetal e são transportados até as **folhas** na forma de **seiva bruta**. O **gás carbônico** é retirado da atmosfera, geralmente pelas folhas. A luz

do sol é absorvida pela **clorofila** presente nas folhas das plantas e a energia solar transforma os outros ingredientes no alimento da planta. Ela utiliza parte desse alimento para viver e crescer, a outra parte fica armazenada na raiz, caule e sementes. Nesse processo, as plantas liberam **gás oxigênio** no ambiente, elemento essencial para vida na Terra.

A fotossíntese é uma das principais fontes de energia da natureza, não só para os vegetais, mas para vários outros seres vivos. Assim, os vegetais estão na base da cadeia alimentar fornecendo alimento para os animais, entre eles, o homem. As plantas também servem de abrigo para outros animais, são a base de muitas atividades desempenhadas pelo ser humano, como a produção de alimentos, e desempenham papel fundamental na produção de **matéria orgânica** e de gás oxigênio.

Portanto, as plantas são essenciais para a manutenção da vida no planeta e precisam de alguns elementos essenciais para o seu crescimento e sobrevivência, tais como a presença de luz, água, gás carbônico e nutrientes no solo.

Você já pensou em ter um jardim interno na sua casa? Você conhece o **terrário**? O **terrário** é uma atividade prática no ensino de ciências, que envolve a **experimentação**, as **etapas do método científico** e o **protagonismo**. Isso quer dizer que você será o cientista que irá montar e observar o experimento!



Mão na massa

Você gostaria de ter um jardim em sua casa? Não se preocupe, você não precisará de muito espaço, pois ele pode ser feito dentro de um pote de vidro. Você consegue imaginar como isso seria possível? Dentro do pote as mudas terão todos os elementos necessários para a sua sobrevivência. Então vamos colocar a mão na massa e construir um terrário!

Se você não quiser perder as mudas de plantas que você cultivou quando elas ficarem maiores, você pode plantá-las em vasos.

Materiais necessários:

- Pote de vidro grande com tampa
- cascalho
- carvão vegetal
- terra
- mudas de plantas pequenas
- colher
- borrifador de água
- seixos ou pedrinhas coloridas

**Procedimentos:**

1. Coloque o cascalho no fundo do pote. O **cascalho** irá ajudar a drenar a terra.



2. Cubra o cascalho com uma camada de **carvão vegetal**. O carvão ajuda a manter a água limpa.



3. Acrescente uma camada de **terra** logo em seguida. Dê preferência à terra adubada.



4. Com ajuda da colher, abra alguns buracos para colocar as mudas de plantas.

5. Posicione gentilmente as raízes das plantas nos buracos que você fez na etapa anterior. Deixe um espaço entre uma muda e outra e não deixe as folhas das plantas em contato com o vidro.

6. Adicione seixos ou pedrinhas coloridas em cima da terra para proteger a cobertura do solo.

7. Quando tudo estiver posicionado, dê duas ou três borrifadas de água na lateral do vidro. Cuidado para não colocar água diretamente nas plantas, queremos molhar somente o solo.

8. Feche a tampa do pote de vidro e coloque seu **terrário** em um local iluminado, mas longe dos raios diretos do sol para não abafar as plantinhas.



Observe com atenção! Como um bom cientista, observe e anote as modificações do seu **terrário**. Se no dia seguinte as gotas de água cobrirem totalmente o interior do vidro, deixe o seu **terrário** aberto por um dia para evaporar a água e depois feche-o novamente. Se você não observar nenhuma gotícula de água no vidro, borrife um pouco mais de água dentro do pote.

Já descobriu como a planta consegue sobreviver dentro do **terrário**? O **terrário** é um ecossistema sustentável, ou seja, as plantas têm todos os elementos necessários para sua sobrevivência e crescimento: água, nutrientes, luz solar e ar.



APÊNDICE E - Recortes dos diários de campo, registros, relatos, feedbacks e múltiplas narrativas a partir da vivência do terrário

Recorte do diário de bordo 01:

cascalhos que estavam embaixo, mas as plantas se adaptaram bem com a “bagunça”. No geral foi muito legal fazer essa experiência, me despertou uma vontade de cuidar de plantas que não existia em mim e tenho a certeza de que essa experiência será maravilhosa para trabalhar com as futuras turmas que irei trabalhar. As crianças aprenderão diversos conceitos científicos de forma lúdica e divertida!

Recorte do diário de bordo 02:

Pude compreender de fato o grande valor que a Ciência possui na nossa vida e quanto ela contribui. A partir de uma prática investigativa, de um experimento, pudemos analisar e aproveitar diversos conhecimentos, desde o ciclo da água a um ensino adequado de Ciências em sala de aula. Só tenho a agradecer pela oportunidade desse trabalho, obrigada!

Recorte do diário de bordo 03

De todo o processo, destaco três momentos mais importantes. O primeiro, a montagem de todo o terrário, onde trouxe pesquisas e conceitos sobre o que seria necessário para fazê-lo e proceder depois. O segundo momento refere-se a “morte” da Suculenta. Foi quando tive que lidar com o “erro”, pois não havia se sucedido como esperava, mas compreendi que isso faz parte de um experimento e com ele aprendemos muito mais. Já um terceiro momento, foi a reorganização do terrário, com o Cacto sozinho refiz novos caminhos e possibilidades, adequando hipóteses e questionamentos, a fim de continuar o experimento e obter novos resultados.

Recorte do diário de bordo 04

 Estes são os últimos registros que fiz antes delas morrerem. Fiquei extremamente triste e senti que são seres além de vegetais. Essa atividade me fez ver a natureza com outros olhos, eles realmente possuem vida, função e sua importância é fundamental para a nossa vida no planeta Terra. Quando eu realmente tiver condições, farei hortas e mais plantações desse tipo.

Recorte do diário de bordo 05

A seguir verão as fotos do terrário. Infelizmente muitas fotos foram perdidas, porém a primeira é no inverno quando as folhas morreram e acreditava meu trabalho está perdido. Porém nas duas ultimas fotos, as ultimas com a chegada da primavera as plantas voltaram a vida. Demonstrando novamente o funcionamento das quatro estações do ano num pequenino planeta que criei chamado terrário.

Recorte do diário de bordo 06:

De forma prática e super atraente, nos foi proposto pela professora Florence a realização de um experimento: O terrário.

Terrário nada mais é do que um jardim em miniatura, é como se fosse um mini planeta, com atmosfera, água e vida próprios. Eles são recipientes onde se reproduzem as condições ambientais necessárias para a sobrevivência de diferentes seres vivos.

Cabe ressaltar que através da criação do observatório (terrário) pude ampliar o meu interesse pelo conteúdo ministrado, além de tornar a aula sobre o tema mais dinâmica. Através de registros fotográficos e textuais fui analisando e me sentindo envolvida. Acredito que o uso dessa metodologia estimulou tanto em mim, assim como nos demais alunos da disciplina a capacidade de observação e análise de resultados

Recorte do diário de bordo 07:

Fiquei extremamente empolgada com a experiência que tivemos com o terrário, pude despertar em mim um olhar científico aprendendo as etapas de uma investigação, e que a ciência pode ser acessível a todos, através de um simples experimento podemos aguçar em nossos alunos uma paixão e conhecimento pela ciência e seus métodos.

O futuro da espécie humana depende do investimento em ciências, tecnologias e inovações e devem ter prioridades, pois vão gerar bem-estar social, riquezas e democratização de oportunidades, e se queremos fazer realmente Pesquisa científica que gere mudanças, que quebre paradigmas, é preciso que os governos tomem suas políticas públicas, de forma correta, coerente, que resulte em benefícios para a sociedade.

Recorte do diário de bordo 08:

Ao final do experimento, pude compreender como funciona o nosso ecossistema, e como é importante que ele esteja equilibrado, em quantidades certas de água, sol, luz, para que as plantas possam sobreviver e viver de modo saudável. E que cada planta tem suas necessidades particulares para que tenham um desenvolvimento esperado, e uma sobrevivência maior. Também através dele percebemos que os recursos do planeta são finitos, que nossas intervenções podem afetar nosso ambiente, tanto de maneira positiva quanto negativa.

Recorte do diário de bordo 09:

❖ **Com esse experimento, posso comprovar que todos nós e os nossos futuros alunos, podem fazer ciência como verdadeiros pequenos cientistas, a partir de uma relação divertida e curiosa entre as crianças e a ciência. Viva a investigação científica! Viva a ciência!**

Recorte do diário de bordo 10:

Todos aqui em casa ficaram animados com o Terrário, minha mãe e meu irmão observavam toda vez que passavam por ele. Até meu pai, que não passava muito por ele, olhou algumas vezes de curiosidade.

Eu amei esse projeto e, com certeza, vou passar adiante quando eu começar a dar aula. Obrigada pelas aulas maravilhosas!

Recorte do diário de bordo 11:

O experimento do terrário perpassou os cinco passos de uma investigação científica: observação, registro, questionamento, experimentação e conclusão. Foi minha primeira vez experienciando Ciência dessa forma: com as "mãos na massa". Como futura professora da Educação Infantil e primeiros anos do Ensino Fundamental, me atentarei em propiciar experiências científicas práticas aos meus alunos, que os instigue a pesquisa, a observação, a leitura atenta, a criação de hipóteses e ao entendimento de Ciências como algo processual.

Recorte do diário de bordo 12:

cascalhos que estavam embaixo, mas as plantas se adaptaram bem com a “bagunça”. No geral foi muito legal fazer essa experiência, me despertou uma vontade de cuidar de plantas que não existia em mim e tenho a certeza de que essa experiência será maravilhosa para trabalhar com as futuras turmas que irei trabalhar. As crianças aprenderão diversos conceitos científicos de forma lúdica e divertida!

APÊNDICE F - Planejamento didático da oficina de elaboração da composteira seca na mini floresta do Instituto de Economia e Gestão da Universidade de Lisboa (ISEG)

Elaboração Prática de compostagem na mini floresta

Objetivo Geral: Promover a compreensão dos impactos ambientais e sociais da prática da compostagem e fortalecer a pesquisa-ação para transformação eco-social. Esta técnica de compostagem é ideal para reaproveitar resíduos vegetais do local, promovendo o ciclo natural de nutrientes. A estrutura de madeira da composteira pode ser aberta, com laterais ventiladas, para permitir a circulação de ar, essencial para o processo de decomposição. O espaço entre as tábuas de madeira deve permitir a ventilação sem deixar o material escapar. A base pode ser aberta diretamente para o solo, o que facilita a drenagem e a troca de nutrientes com o ambiente.

Materiais Necessários

- Folhagem seca: folhas secas, ramos pequenos, vegetação jovem.
- Água (para umedecer).
- Recipiente: uma caixa de madeira aberta, uma composteira específica ou um espaço delimitado no solo.
- Ferramentas: pá ou garfo de jardinagem, mangueira (para umidade), e um recipiente para coletar a borra.
- Borra de café: de preferência seca, mas pode ser usada um pouco úmida.

Mão na massa:

1. Organizar e orientar os participantes da atividade para limpeza da mini floresta do Instituto de Economia e Gestão da Universidade de Lisboa (ISEG): retirar folhagem seca, erva daninha, galhos caídos no solo, com o objetivo de realizar a limpeza do local. Separar o material coletado em pilhas:

- Material Verde (Nitrogênio): Folhagens frescas, ervas e vegetação jovem da mini floresta.
- Material Marrom (Carbono): Galhos secos, folhas secas, serragem ou pedaços de madeira pequenos retirados do local.
- Borra de Café: Este material será usado como complemento ao material verde, pois é rico em nitrogênio.

2. Preparação do Recipiente:

- Escolha do Local: A composteira deve ser montada em um local bem ventilado e parcialmente sombreado na mini floresta. Isso ajudará a controlar a temperatura e a umidade da pilha de compostagem.

3. Para Montagem:

- Camada de Drenagem: A primeira camada, pode ser colocada diretamente no solo, deve ser composta por galhos grossos ou pedaços maiores de madeira. Isso cria uma base drenante, permitindo que o excesso de umidade escape.

- Camada de Material Seco (Marrom): Coloque uma camada de material seco como folhas caídas, galhos finos ou serragem. Essa camada oferece o carbono necessário e ajuda a manter a estrutura arejada.

- Camada de Material Verde (Folhagem Fresca): Sobre o material seco, adicione uma camada de folhas verdes, ervas ou vegetação fresca retirada da mini floresta. Esse material é rico em nitrogênio, acelerando a decomposição. Verifique as ervas daninhas, elas não podem ter flores.

- Alternância de Camadas: Continue alternando camadas de material marrom (seco) e material verde, garantindo que a pilha tenha um equilíbrio entre carbono e nitrogênio. A cada 10-15 cm de material adicionado, revolva levemente para garantir que o oxigênio circule por toda a composteira.

- Última Camada (Material Marrom): A última camada da composteira deve sempre ser de material seco (folhas secas ou serragem). Isso evita que a pilha fique exposta a insetos e controla odores, além de manter o calor dentro da composteira, facilitando a decomposição.

- É importante revirar o conteúdo da composteira a cada 2 ou 3 semanas para garantir a aeração e ajudar no processo de decomposição homogênea.

4. Monitore a Decomposição:

- Verifique a temperatura e umidade do composto a cada duas semanas. O composto deve ficar quente ao toque. Ajuste a umidade se necessário.

- Tempo de Decomposição: Após 3 a 6 meses, o composto estará pronto. Ele deve ter uma aparência escura e terrosidade.

- Quando o composto estiver pronto, use-o como adubo para plantas na mini floresta do ISEG.

Dicas Adicionais

Mantenha um registro escrito de quantidades e tempos, bem como fotografias do processo, isso ajudará a ajustar futuras composteiras. Se notar odores desagradáveis, adicione mais materiais secos e vire mais frequentemente. Se o composto estiver muito seco, adicione um pouco de água; se estiver muito úmido, adicione mais materiais secos.

Vire regularmente: Mexa o material na composteira a cada 2-4 semanas para garantir que o oxigênio chegue a todas as partes e ajude na decomposição.

Planejamento Didático

I. Justificativa e referencial teórico

A compostagem é uma prática sustentável que converte resíduos orgânicos em adubo, alinhando-se com os princípios da economia circular.

Compreensão mais profunda da gestão de resíduos e seu papel na sustentabilidade econômica e ambiental.

A crise eco-social refere-se à interconexão entre crises ambientais e sociais, onde as questões de degradação ambiental, desigualdade social e injustiça econômica se entrelaçam. Essa crise resulta em impactos diretos na qualidade de vida, saúde e bem-estar das populações, especialmente as mais vulneráveis.

II. Objetivos Específicos

- Desenvolver habilidades práticas de compostagem.
- Estimular a reflexão crítica sobre a relação entre resíduos, economia e meio ambiente.
- Fomentar a pesquisa-ação como ferramenta de transformação eco social.

III. Conteúdo trabalhado

- Ciclo de vida dos produtos e gestão de resíduos.
- Processo de compostagem: tipos, materiais, técnicas e benefícios.
- Impacto da compostagem na redução de resíduos e na fertilização do solo.

IV. Diálogo entre Prática e Teoria

- Identificar como a compostagem pode reduzir a quantidade de resíduos descartados.
- Refletir sobre a transformação dos resíduos em recursos valiosos, reforçando a ideia de que nada se perde, tudo se transforma.

- Discutir o papel da compostagem em diferentes comunidades e sua relevância para a transformação eco social.

V. Conexão com Pesquisa-Ação

A prática da compostagem será apresentada como uma forma de pesquisa-ação, onde os participantes poderão refletir e registrar na prática o impacto de suas ações no meio ambiente e na comunidade. A atividade de compostagem não apenas ensina habilidades práticas, promove o protagonismo e o trabalho em equipe, mas também integra teoria e prática, estimulando a formação de profissionais conscientes do seu papel na construção de um futuro mais sustentável.

APÊNDICE G - Material didático dos ciclos biogeoquímicos que ocorrem na composteira seca do ISEG que foi distribuído para os participantes da oficina



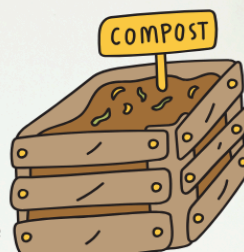
Composteira seca na mini floresta do ISEG

- Oxigênio: Essencial para os microrganismos respirarem e se desenvolverem (composteira deve ser arejada).
- Umidade: O material precisa estar levemente úmido, pois os microrganismos necessitam de água para trabalhar.
- Temperatura: A decomposição gera calor, acelerando o processo se o equilíbrio de materiais for mantido.
- Os microrganismos transformam a matéria vegetal em composto (húmus), liberando nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio.
- Os materiais se decompõem gradualmente, virando uma substância escura e rica em nutrientes.



Composteira na mini floresta do ISEG

- Transformação de materiais vegetais (folhagem, galhos secos) em adubo.
- Processo de decomposição por microrganismos sem uso de restos de alimentos.
- Camadas alternadas de material verde e seco para equilíbrio de carbono e nitrogênio.
- Gestão de resíduos: redução de lixo orgânico e valorização do reaproveitamento natural.
- Fortalecimento da conexão entre a comunidade universitária e o ambiente natural.
- Cuidado com a mini floresta como exemplo prático de preservação e regeneração ecológica.



APÊNDICE H - Material pedagógico informativo sobre o processo de decomposição que foi distribuído para os participantes da oficina de compostagem no ISEG



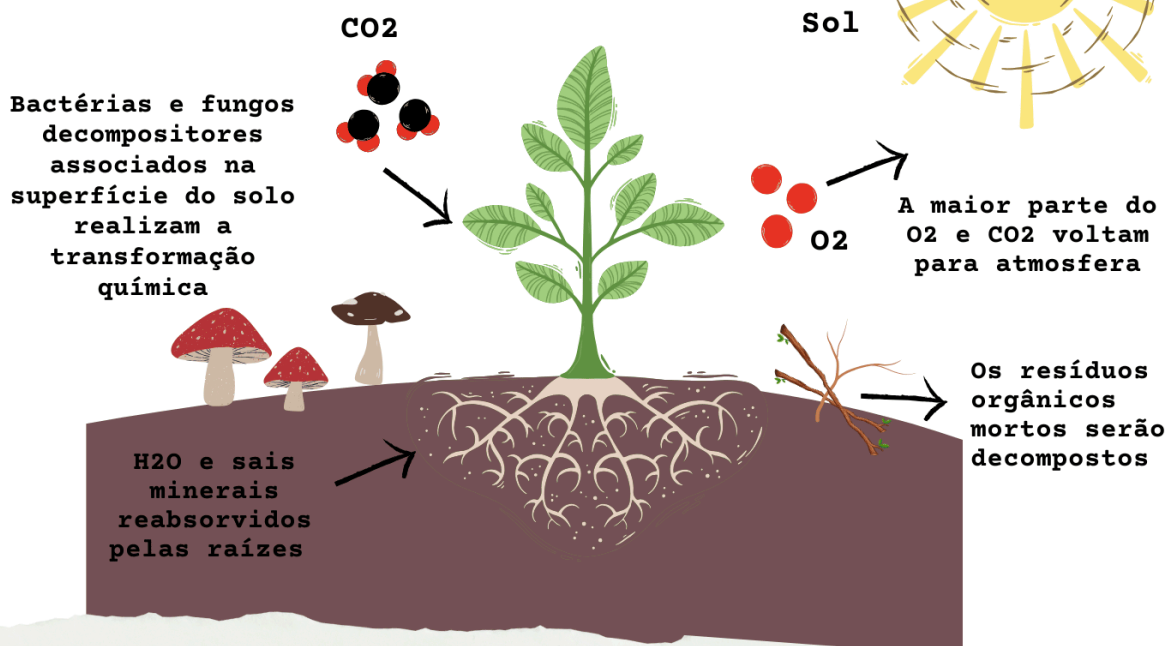
Decomposição

TERRARE

Investigação-ação para a regeneração social e ecológica

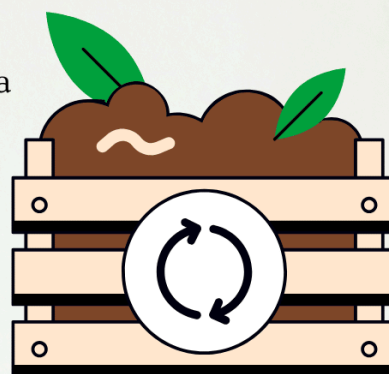
Reciclar os resíduos orgânicos e reestabelecer o seu papel natural enquanto fertilizador dos solos.

Como ocorre a decomposição?



Composteira seca

- O processo de decomposição na composteira seca ocorre de forma natural, onde microrganismos e fatores ambientais transformam o material vegetal em adubo.
- Camadas alternadas de material seco (rico em carbono) e material verde (rico em nitrogênio) ajudam a equilibrar o processo.
- Bactérias e fungos são os principais agentes da decomposição.



AUTORA: FLORENCE CASARIEGO