

Organizadores
Francisco Ângelo Coutinho
Bruno Francisco Melo Pereira
Karla Magna dos Santos Gonçalves

EDUCAÇÃO EM HUMANIDADES CIENTÍFICAS NA ZONA CRÍTICA



Organizadores

Francisco Ângelo Coutinho

Bruno Francisco Melo Pereira

Karla Magna dos Santos Gonçalves

EDUCAÇÃO EM HUMANIDADES CIENTÍFICAS NA ZONA CRÍTICA



**São Paulo
2025**

EDITOR-CHEFE: PROF. DR. VALDIR LAMIM-GUEDES

CONSELHO EDITORIAL

PROF. DR. ALEXANDRE MARCELO BUENO (UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE) | **PROFA. DRA. ANNIE GISELE FERNANDES** (USP) | **PROF. DR. ANTÔNIO MANUEL FERREIRA** (UNIVERSIDADE DE AVEIRO, PORTUGAL) | **PROF. DR. CARLOS JUNIOR GONTIJO ROSA** (UFAC) | **PROFA. DRA. DEBORAH SANTOS PRADO** (UNIFESP) | **PROF. DR. FÁBIO AUGUSTO RODRIGUES E SILVA** (UFOP) | **PROF. DR. FELIPE W. AMORIM** (UNESP) | **PROFA. DRA. FLAVIA MARIA CORRADIN** (USP) | **PROF. DR. FRANCISCO SECAF ALVES SILVEIRA** (UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI) | **PROF. DR. HORÁCIO COSTA** (USP) | **PROF. DR. JAVIER COLLADO RUANO** (UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN, EQUADOR) | **PROF. DR. JOSÉ AUGUSTO CARDOSO BERNARDES** (UNIVERSIDADE DE COIMBRA, PORTUGAL) | **PROF. DR. MARCOS PAULO GOMES MOL** (FUNDAÇÃO EZEQUIEL DIAS) | **PROF. DR. PEDRO ROBERTO JACOBI** (USP) | **PROF. DR. RENATO ARNALDO TAGNIN** (FACULDADES OSWALDO CRUZ) | **PROFA. DRA. SUZANA URSI** (USP) | **PROFA. DRA. YASMINE ANTONINI** (UFOP)

Contatos



A Editora Na Raiz
é uma empresa com
DNA USP e
Unicamp Ventures



Créditos da Imagem da Capa: Alberto José Lobo Ferreira Lima

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Educação em humanidades científicas na zona crítica [livro eletrônico] / organizadores Francisco Ângelo Coutinho, Bruno Francisco Melo Pereira, Karla Magna dos Santos Gonçalves. -- 1. ed. -- São Paulo : Editora Na Raiz, 2025. PDF

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-88711-51-4

1. Antropoceno 2. Ciências da natureza
3. Ecologia 4. Educação ambiental 5. Mudanças climáticas - Aspectos ambientais
6. Sustentabilidade ambiental I. Coutinho, Francisco Ângelo. II. Pereira, Bruno Francisco Melo. III. Gonçalves, Karla Magna dos Santos.

25-277118

CDD-304.25

Índices para catálogo sistemático:

1. Mudanças climáticas : Efeitos sociais 304.25

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



**“[...] a natureza não é uma vítima a ser protegida;
ela é o que nos possui.”
(Latour, 2023, p.52. Memorando sobre a nova classe
ecológica).**

**“Não existe cura para o pertencimento ao mundo.
Mas, pelo cuidado, é possível se curar da crença de
que não se pertence ao mundo; que essa não é a
questão essencial; que o que ocorre com o mundo
não nos diz respeito. [...] Isso não vai ‘passar’. Será
preciso lidar com isso. É definitivo.”
(Latour, 2020, p. 31. Diante de Gaia: Oito
conferências sobre a natureza no Antropoceno).**

Dedicatória

**Francisco Ângelo Coutinho dedica esse livro à
memória do Dr. Cirurgião Dentista Gabriel José de
Campos, que colocou em sua presença o significado
vivo da palavra amizade.**

**Bruno Francisco Melo Pereira dedica este livro à sua
mãe, Maria do Carmo Melo Pereira, que mesmo sem
saber falar inglês, o ensinou a mim. Com ela aprendi
que a dedicação para ensinar é tão importante
quanto a vontade de aprender.**

SUMÁRIO



Apresentação.....09

Luiz Gustavo Franco

01

Introdução: Educação em Humanidades Científicas na Zona Crítica.....13

Francisco Ângelo Coutinho | Bruno Francisco Melo Pereira
| Karla Magna dos Santos Gonçalves | Gabriel Menezes Viana

02

A recusa de viver entre não humanos: investigações sobre uma comunidade antivacina no Facebook.....35

Rodolfo Dias de Araújo | Gabriel Menezes Viana |
Francisco Ângelo Coutinho

03

Educação em uma lógica transmídia: eventos extremos na Zona Crítica.....53

Rodolfo Dias de Araújo | Francisco Ângelo Coutinho |
Bruno Francisco Melo Pereira | Geane Carvalho Alzamora

04

Plantando caminhos para responder ao Antropoceno.....83

Samuel Itxai Silva Lobo | Francisco Ângelo Coutinho |
Gabriel Menezes Viana

SUMÁRIO

05

O Holoceno Amazônico na Educação em Ciências: evidenciando ontologias do Sul Global _____108

Karla Magna dos Santos Gonçalves | Samuel Itxai Silva Lobo | Francisco Ângelo Coutinho

06

Agroecologia e a resistência ao habitar colonial: construindo refúgios multiespécies _____122

Karla Magna dos Santos Gonçalves | Francisco Ângelo Coutinho

07

Futuros ancestrais: um jogo que apresenta conceitos de Gaia e Antropoceno _____139

Mariana Dias Duarte Borchio | Pedro Castilho | Francisco Ângelo Coutinho

08

Saúde Planetária e Educação Científica: estratégias para mitigar os impactos do Antropoceno na Zona Crítica ____164

Ludmila Olandim de Souza | Gabriel Menezes Viana | Francisco Ângelo Coutinho

09

Sombra, espaço e tempo: aterrando os céus na formação de educadoras do campo _____184

Bruno Francisco Melo Pereira | Maria Luiza Schiavoni Oliveira | Francisco Ângelo Coutinho

SUMÁRIO

10

No rastro do lixo doméstico: uma abordagem da Zona Crítica no Ensino de Ciências _____ 214

Bruna Karla Marinho De Souza | Karla Magna dos Santos Gonçalves | Francisco Ângelo Coutinho

11

Relações da água na Zona Crítica: aterrando a Educação em Ciências no Antropoceno _____ 228

Daniel Moura Valadares | Bruno Francisco Melo Pereira | Francisco Ângelo Coutinho

12

Colher no Antropoceno: contribuindo para a Educação na Zona Crítica _____ 252

Yasmim Cristinne Diniz de Oliveira; Luiz Gustavo da Silva Fernandes; Raí Leonardo de Jesus Santos; Francisco Ângelo Coutinho

13

Simbiose sociedade-natureza: seguindo o leite na Zona Crítica _____ 261

Davi Augusto Ribeiro Xavier | Raí Leonardo dos Santos | Francisco Ângelo Coutinho

Sobre os autores _____ 272

Luiz Gustavo Franco

APRESENTAÇÃO



Espessura da Zona Crítica em escala planetária.
Fonte: Alexandra Arênes, 2021. Veja cap. 11.

Mudanças climáticas e “desastres” ambientais gerados pela interferência humana: é desse lugar que as/os autoras/es desta obra nos convidam para o diálogo. Em suas primeiras páginas, são apresentados eventos em série que constituem o tempo dos humanos, o Antropoceno. Esse tempo, ironicamente, é aquele em que humanos parecem lutar em prol de nossa própria extinção. Lutamos também em prol da extinção das outras espécies que dividem conosco o mesmo tempo-espço.

É a partir daí que as/os autores nos provocam. Como podemos ser e estar neste mundo, nessas condições? Seria possível nos mantermos omissos? Nós, como professoras/es, estudantes e pesquisadoras/es, iremos nos posicionar? Como? As respostas para tais questões giram em torno de um argumento: o Antropoceno deve ser a base a partir da qual elaboramos nosso pensamento e nossas propostas sobre educação na atualidade. No primeiro capítulo – *Educação em Humanidades Científicas na Zona Crítica* – esse argumento é apresentado e perpassa todos os capítulos do livro. A base do argumento é que não faz sentido educar sem considerar o mundo em que vivemos. Logo, não é possível omitir a situação de emergência em que colocamos nossa existência e a existência da vida na Terra. Cabe ressaltar que o termo zona crítica, que também aparece ao longo de toda obra, se refere à fina camada da terra na qual seres vivos atuaram (e atuam) ao longo de bilhões de anos, gerando alterações em escala planetária.

No capítulo 2 – *A recusa de viver entre não humanos: investigações sobre uma comunidade antivacina no Facebook* – o argumento central da obra é posicionado a partir de olhares sobre o fenômeno do negacionismo científico. O capítulo desenvolve uma reflexão sobre como grupos antivacina sustentam suas posições na rede social. Um dos aspectos centrais é partir de uma proposta de educação que não considere o negacionismo como sinônimo de ignorância, abrindo caminhos de abertura ao diálogo. Ainda investindo no que podemos aprender nas redes sociais, o capítulo 3 – *Educação em uma lógica transmídia: Eventos Extremos na Zona Crítica* – discute o fenômeno das enchentes durante os eventos climáticos extremos. O capítulo explora como duas plataformas de redes sociais diferentes apresentam tais eventos enquanto acontecem, gerando caminhos de (des)informação.

O capítulo 4 – *Plantando caminhos para responder ao antropoceno* – discute ações de um coletivo de trabalho de recuperação de áreas degradadas. Ações, estratégias e aprendizagens são apresentadas, revelando as potencialidades do grupo para os locais em recuperação, bem como formas de manutenção do grupo de forma ativa na recuperação ambiental.

O capítulo 5 – *O holoceno amazônico na educação em ciências: evidenciando as ontologias do Sul Global* – compila argumentos que traçam possibilidades para a educação científica contemporânea, considerando ontologias do Sul Global. Resgatar e dar destaque a tais ontologias nos permitiriam, ao longo do processo de escolarização, elaborar a noção de um mundo compartilhado e fértil. Conhecimentos sobre a natureza-processo e a construção de alianças multiespécies compõem demandas reais para a concretização dessas propostas. Nessa mesma direção, o capítulo 6 – *Agroecologia e a resistência ao habitar colonial: Construindo refúgios multiespécies* – propõe outras formas de fazer-mundo capaz de gerar a pluralidade de existências multiespécies na terra. A agroecologia é posicionada como prática capaz de reativar outros modos que resistem ao habitar colonial, como ocorrem nos modos de fazer-mundo indígenas e quilombolas.

A obra também apresenta propostas concretas voltadas para a sala de aula, dialogando diretamente com o trabalho cotidiano docente e os desafios do Antropoceno. No capítulo 7 – *Futuros ancestrais: um jogo que apresenta conceitos de Gaia e Antropoceno* – é apresentado um jogo didático que explora noções sobre Gaia e Antropoceno a partir de uma situação hipotética de zumbificação da vida na Terra. O capítulo 8 – *Saúde planetária e educação científica: Estratégias para mitigar os impactos do antropoceno na zona crítica* – apresenta uma sequência didática que explora o conceito de saúde planetária. As atividades exploram a interdependência entre a saúde humana, os impactos das mudanças climáticas e suas relações com os ecossistemas por meio de estudos de caso e a abordagem da Aprendizagem Baseada em Problemas.

Esse diálogo com a prática docente se volta à formação de professores no capítulo 9 – *Sombra, espaço e tempo: Aterrando os Céus na formação de Educadoras do Campo*. Nele se discutem processos de formação docente de professoras que atuam no campo,

ênfatizando o papel das aprendizagens sobre os espaços e os tempos nos locais em que habitam.

Os quatro últimos capítulos do livro são um verdadeiro presente aos leitores. Em sua autoria, além de pesquisadoras/es e professoras/es, encontramos também estudantes da Educação Básica. A surpresa, na verdade, reitera o argumento ora apresentado no primeiro capítulo: todas/os devemos nos posicionar – professoras/es, estudantes e pesquisadoras/es.

O capítulo 10 – *No rastro do lixo doméstico: Uma abordagem da zona crítica no ensino de ciências* – apresenta uma experiência pedagógica de uma estudante que buscou entender relações entre o descarte inadequado de resíduos e seus impactos socioambientais. No capítulo 11 – *Relações da água na zona crítica: Aterrando a Educação em Ciências no Antropoceno* – um estudante do Ensino Médio traça o caminho da água a partir de relações de interdependência entre aspectos de natureza social e ambiental na construção do espaço urbano. O capítulo 12 – *Colher no antropoceno: contribuindo para a educação na Zona Crítica* – apresenta investigações sobre como interações humanas em uma horta de uma creche refletem relevantes desafios do Antropoceno. Por fim, o capítulo 13 – *Simbiose sociedade-natureza: Seguindo o Leite na Zona Crítica* – é apresentado o rastreamento do leite, processo que trouxe indicações de como nós humanos estabelecemos relações com os seres não humanos.

A síntese da obra, explorada a partir de diferentes temáticas ao longo dos capítulos, é que a educação em ciências deve estar mobilizada e implicada diante do Novo Regime Climático. É a partir de nosso engajamento que teremos condições de afetar nossos estudantes e de também sermos afetados.

**Francisco Ângelo Coutinho
Bruno Francisco Melo Pereira
Karla Magna dos Santos Gonçalves
Gabriel Menezes Viana**

INTRODUÇÃO: EDUCAÇÃO EM HUMANIDADES CIENTÍFICAS NA ZONA CRÍTICA



Jardim urbano localizado embaixo do viaduto Angola
na Avenida Antônio Carlos – Belo Horizonte/MG
Foto: Karla Magna

A existência humana nunca foi fácil, e sempre nos lançamos na vida com dúvidas e incertezas. Mas, ao que tudo indica, coisas ruins prometem atormentar-nos ainda mais. Superfurações assolaram o Caribe em 2017. Em 2020, um dos lugares mais úmidos do Brasil, o bioma Pantanal, viu quase 30% do seu território ser consumido por incêndios. No ano de 2020 presenciamos também enchentes na Alemanha e na China enquanto ocorriam incêndios na Grécia e na Turquia, além de uma pandemia da qual ainda sofremos consequências. Em 2022, um terço do Paquistão sofreu com inundações. Segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), o Brasil registrou número recorde de ocorrências de “desastres naturais”, em 2023.¹ Aliás, o ano de 2023 também foi considerado o ano mais quente em 174 anos de medições meteorológicas, superando os anos de 2016 e 2020. De 2023 a 2024 o Brasil teve três meses a mais de calor e, neste mesmo período, mais de 6 bilhões de pessoas no mundo foram expostas a temperaturas nunca vistas nos últimos 29 anos (Casimiro, 2024). Enquanto esse capítulo é escrito, uma enchente devasta o Rio Grande do Sul.

Estas ocorrências, segundo os especialistas e suas instituições, têm origens tão profundamente antrópicas que seria possível afirmar a existência de uma nova época na história da Terra denominada Antropoceno (o tempo dos humanos). Ainda, segundo estes mesmos especialistas, se nada for feito, estes acontecimentos tornar-se-ão cada vez mais frequentes, colocando em risco a nossa sobrevivência e a de outras espécies com as quais compartilhamos o Sistema Terra. A propósito, ao que parece, estamos a caminho de uma sexta extinção em massa da biodiversidade do planeta (Cowie *et al.*, 2022). Porém, diferentemente das outras cinco extinções, todas originadas por fenômenos naturais, a que está em curso agora é causada pela interferência humana no planeta.

¹<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/01/em-2023-cemaden-registrou-maior-numero-de-ocorrencias-de-desastres-no-brasil#:~:text=Foram%20registradas%20132%20mortes%20associadas,524%20mil%20pessoas%20ficaram%20desalojadas.>

Dado este estado de coisas, surge a necessidade de pensarmos em novas maneiras de viver e agir nesse mundo novo, e isso deflagra a questão central do presente livro: contribuir para uma educação científica que possa mobilizar, fazer sentido, ser contextualizada e mesmo se fazer útil em um mundo que presencia o “tempo das catástrofes” (Stengers, 2015) ou “a época dos terrores ambientais” (Tsing, 2021).

O evento do Antropoceno nos leva a incontornável tarefa de avaliarmos os nossos currículos e quais propósitos queremos alcançar com os nossos esforços. A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) e o Novo Ensino Médio (NEM) evidenciam a disputa ideológica no campo educacional e a preferência de uma construção de políticas públicas normatizadoras (Macedo, 2018) e que enfatizam os valores do sucesso individual e do desenvolvimento econômico (Piccinini, Andrade, 2018), assim como a racionalidade técnico-científica (Franco, Munford, 2018). É necessário então pensarmos e discutirmos sobre a construção de um currículo e de estratégias que nos permitam aprender como podemos nos conectar, e viver, no mundo novo que se apresenta diante dos nossos olhos (UNESCO, 2021).

Dito isto, o presente capítulo tem o objetivo de explicitar o Antropoceno como um fulcro que sustenta o pensamento sobre educação no tempo presente. Em seguida, argumentamos em favor de se engendrar novas formas de educação em ciências para o Antropoceno. A partir daí, estamos em condições de abordar a educação em ciências como uma “leitura atenta da atualidade” (Latour, 2016, p. 10) e, neste caso, estamos explicitamente fazendo uso da noção latouriana de Humanidades Científicas (Latour, 2016). Aqui também apresentamos um método para patrulhar as fronteiras entre ciências e as nossas demais formas de existência. Após, expomos nossa proposta de situar a educação em ciências na Zona Crítica, a fina camada de vida que envolve a Terra.

O evento Antropoceno como um fulcro conceitual

O antropoceno foi inicialmente compreendido como o estabelecimento de um novo período geológico em nosso planeta

(Steffen *et al*, 2011). O órgão científico responsável pelo estabelecimento dessas marcações temporais é a Comissão Internacional de Estratigrafia² (ICS, no original em inglês). O estudo das camadas constituintes do solo permite o estabelecimento de marcos temporais em associação com marcações bem definidas em rochas, identificando um ponto específico em uma camada específica de rocha, apelidadas de cavilhas douradas³.

A proposta dos defensores do uso do termo Antropoceno era estabelecer como cavilha dourada os sedimentos no fundo do lago Crawford, em Toronto, no Canadá, como início do Antropoceno. A deposição de isótopos radioativos de plutônio provenientes de uma explosão atômica de uma bomba de fusão de hidrogênio, em 1952, seria o marcador desse tempo em que as ações humanas assumem a intensidade de forças geológicas. Esse local foi escolhido como cavilha dourada pelo Grupo de Trabalho do Antropoceno (AWG, no original em inglês), criado em 2009 (Zalasiewicz *et al*, 2017).

No começo de 2024 o Grupo de Trabalho submeteu suas avaliações e evidências à Subcomissão de Estratigrafia do Quaternário, responsável por decidir o estabelecimento da nova época geológica. Realizada ao longo do mês de fevereiro deste ano, a maioria dos geólogos membros da SQS votou contrariamente ao término do Holoceno, que continua sendo a época geológica atual.

As justificativas pela negação do Antropoceno como nova época geológica passam pela defesa, por parte dos membros da comissão de outros marcos como sendo aqueles que indicam seu início. Discordâncias quanto ao marco inicial não significam, *a priori*, a discordância quanto ao fato de que vivemos em uma época em que nossas relações com a natureza estão profundamente alteradas (Latour, 2020a, Adam, 2024). Os fósseis desta era só estarão completamente formados daqui a milhares de anos no futuro, o que

² <https://stratigraphy.org/>

³ *Golden Spikes*, no original – Locais específicos na superfície do nosso planeta onde é possível perceber as alterações nas camadas rochosas que formam os perfis estratigráficos, em registros geológicos.

levou um grupo de pesquisadores a indicar a impossibilidade de reconhecermos, neste momento, seus registros. “*Não existe registro geológico de amanhã*” (Adam, 2023, p.15) parece ter sido levado em consideração pela maioria dos geólogos.

Contudo, o Antropoceno também se apresenta como um conceito apropriado pelas artes e pelas ciências humanas em suas interfaces com as ciências naturais. A proposição do termo catalisou um evento cultural mais amplo, com implicações ontológicas, epistemológicas, políticas e estéticas (Lorimer, 2017). O alcance do conceito se estende a praticamente todos os ramos do conhecimento científico, político, artístico e filosófico. Outros termos foram propostos, tais como “Plantatioceno”, “Capitaloceno” ou “Chuthuluceno” (Haraway, 2016). Essas variações terminológicas possuem a vantagem de mobilizar reflexões sobre os modos de desenvolvimento de sistemas dominantes, como é o caso do capitalismo e das revoluções industriais, evidenciado pelo “Capitaloceno”. Por sua vez, o termo Plantatioceno coloca em ênfase o habitar colonial da terra e o impacto das plantations nos ecossistemas locais (Ferdinand, 2019). Desse modo, podemos dizer que o Antropoceno é um conceito heurístico, sem poder probatório, mas que cria possibilidades de construção de reflexões e estratégias de vivência no mundo. A escolha de utilização do termo coloca sob os holofotes a responsabilidade dos *anthrōpos* nas mudanças em curso no planeta Terra, e que sinalizam o fim dos espaço-tempos, como proposto por Anna Tsing (2019). Em nossa perspectiva, qualificamos o Antropoceno como um “evento”, tal qual a invenção da fotossíntese pelos vivos (Walker *et al*, 2024). Concordamos que esta é uma maneira adequada de continuar nos referindo a este tempo.

As incertezas promovidas pelo Antropoceno tornam urgentes transformações em todas as áreas da sociedade e nas produções de conhecimentos. Gilbert (2016) considera que o desafio não é descobrir modos de desvendar o futuro e os acontecimentos vindouros, mas sim descobrir modos de viver e agir, apesar de não conhecer o futuro. No campo da Educação em Ciências, mudanças também são vistas como necessárias e urgentes. Entretanto, a educação, desde a virada do milênio, tem sido pensada como uma educação com foco em preparar os estudantes para um mundo tecnológico, sustentado pela economia do carvão e que assume,

muitas vezes, uma posição de negação frente às consequências de suas atitudes exploratórias no mundo em que habita, e que continua a promover uma educação de viés tecnicista (Pereira, Coutinho, 2023).

Para construirmos modos de pensar e agir frente aos desafios do Antropoceno, precisamos de uma educação científica que promova a reflexão sobre o tempo em que vivemos, sem estabelecer separações entre ciência e sociedade, humanos e não humanos, natureza e cultura. Essas separações ontológicas limitaram as nossas interpretações acerca dos fenômenos para além das categorias modernas (Latour, 2016). Tal perspectiva dualista não é capaz de nos dar ferramentas suficientes para analisarmos problemáticas relevantes do nosso contexto atual, como a produção de novas tecnologias. Urge, portanto, desfazer a dicotomia entre as áreas do conhecimento, pois os problemas e dificuldades deste momento implicam em soluções que envolvem não somente novas técnicas, mas novas formas de nos relacionarmos enquanto sociedade.

Acreditamos ser preciso enfrentarmos a ilusão de que é possível ensinar ciências dentro das fronteiras disciplinares. Precisamos pensar em uma educação em ciências que promova novas reflexões e nos ajude a pensar sobre novos modos, assim como antigos modos de viver e resistir no mundo. Como apresentado por Coutinho *et al.* (2022), precisamos de uma educação em ciências que nos permita falar sobre as nossas relações com as coisas e sobre o nosso ambiente, ao invés de somente ensinar a categorizar o mundo e as nossas relações.

Engendrando uma educação em ciências entrelaçada ao Antropoceno

O Antropoceno marca graves discontinuidades e nos mostra que o futuro definitivamente não será parecido com algo que um dia imaginamos. Em fevereiro de 2024, foi publicado um estudo na revista *Toxicological Science* que constata a presença de

microplásticos em 62 amostras de placentas doadas.⁴ O polímero mais presente nas placentas foi o polietileno, responsável por 54% do total de plásticos nas amostras coletadas. Seguindo esses resultados surpreendentes, 4 meses depois, um estudo no mesmo periódico afirmava a existência de quantidades significativas de microplásticos em testículos humanos e de cães.⁵ Os estudos do tipo são ainda muito recentes, e não existem ligações eficazes sobre a presença de microplásticos e o risco que eles podem causar à saúde. Apesar disso, os resultados assustaram a comunidade científica e acenderam o alerta para uma possível (e invisível) crise na saúde causada por uma tecnologia fundamental à manutenção da nossa sociedade tecnológica – afinal, é um desafio pensarmos no nosso dia a dia sem a praticidade e a conveniência de uma simples embalagem plástica. Frente a isso, o que os microplásticos se tornaram? Seriam eles puramente tecnologia ou uma parte indissociável da própria existência e materialidade humana? Seremos como o Prometeu Moderno perseguido pela sua própria e monstruosa criação ou seremos capazes de compreender o que as nossas criações pedem de nós?

Dois tipos de atitudes são mais comuns nesse cenário. A primeira delas é acreditar que iremos ser salvos pelo progresso científico e que a ciência irá triunfar frente às adversidades criadas por ela mesma: precisamos domar a fera ou encontrar meios de erradicá-la. A outra atitude, se apegamos ao desespero iminente: não podemos fazer mais nada, agora é esperarmos o fim. Ambas as atitudes ignoram os apelos das nossas criações por cuidado. Entretanto, o cuidado é uma ação, uma arte, que vai contra a hegemonia do pensamento moderno.

Latour (1994), compreende que os modernos são aqueles que seguem regras de pensamento e de ação, defendidos por uma constituição. A constituição moderna possui duas estratégias: a primeira, purificação, promove a separação ontológica entre natureza

⁴ Garcia et al., 2024. Quantitation and identification of microplastics accumulation in human placental specimens using pyrolysis gas chromatography mass spectrometry

⁵ Hu et al., 2024. Microplastic presence in dog and human testis and its potential association with sperm count and weights of testis and epididymis

e cultura; enquanto a segunda, tradução, permite aos modernos estudarem os deslocamentos, deslizos, e criar uma conexão entre os polos ontológicos que, em suas percepções, não existia anteriormente a eles. Desse modo, se estabelece uma situação na qual a práxis ingênua moderna é incapaz de perceber os atravessamentos que ocorrem em suas fronteiras.

Com a autoridade da constituição moderna, a ciência aprendeu a criar as suas próprias matérias de fatos feitos (Latour, 1994), escolhendo ignorar que as paredes do laboratório não eram tão herméticas quanto se pensava. É fundamentada nessa escolha dos modernos em acreditar em suas ilusões, que, no canto dos olhos, os híbridos surgem. A problemática se constrói na confiança moderna em sua capacidade de separar natureza e cultura, humanos e não-humanos, e que servirá de base, inclusive, para uma proposta de educação científica que concede agência somente aos humanos, posicionando a natureza como um cenário inerte e as tecnologias como ferramentas que só agem quando é solicitado. Nas palavras do autor,

Se, ao contrário, a constituição permite tudo e qualquer coisa, o que há na verdade é a socialização acelerada dos não-humanos, sem, no entanto, nunca permitir que eles apareçam como elementos da “sociedade real”. [...] Quanto menos os modernos se pensavam misturados, mais se misturam. Quanto mais a ciência é absolutamente pura, mais se encontra intimamente ligada à construção da sociedade. A constituição moderna acelera ou facilita os desdobramentos do coletivo, mas não permite que sejam pensados. (Latour, 1994, p. 59)

É na lacuna originada da negação dos modernos frente aquilo que eles mesmos criaram, que Latour (2016) propõe uma nova disciplina: as humanidades científicas, uma proposta que representa a extensão das habilidades interpretativas, que permitem a percepção de fluxos, redes, conexões e circulações que perpassam os diversos agentes das inúmeras formas e materialidades científicas. Essa nova proposta, cria possibilidades de construir interpretações que desafiem as divisões ontológicas da modernidade, levando em consideração a existência de múltiplos saberes e múltiplas ontologias (Coutinho *et al.* 2022). Portanto, uma educação em humanidades científicas propõe se afastar de uma educação sobre uma ciência e

uma técnica, para se aproximar de uma construção sobre e com as ciências e as técnicas. Um modo de educar cientificamente sem cometer o erro moderno de negarmos os nossos híbridos, mas sim de compreendermos as suas exigências e os seus modos de existência e ação no mundo.

A tarefa principal das humanidades científicas é dar conta, na medida do possível, de todo o processo e não somente de seu produto final. Em outras palavras, é um modo de abriremos a caixa-preta⁶ e retraçarmos as cadeias de desvios e composições na criação de uma afirmativa. Para Latour (2012), “o interessante não é decidir quem está agindo e como, mas passar de uma certeza para uma incerteza em relação à ação: determinar o que age e de que maneira.” (p.94). Portanto, a ação não é localizada, ou seja, não está presa naquele que age, no actante, mas sim distribuída em uma rede de actantes.

A educação em ciências fundamentada na constituição moderna é incapaz de ensinar como seguir os rastros dos híbridos. Entre as paredes das escolas, aprendemos que os plásticos são polímeros, aprendemos como são criados dentro dos laboratórios, suas propriedades e seu comportamento, mas não aprendemos que esses mesmos plásticos moldam nossas escolhas, nossas políticas públicas, nosso desenvolvimento tecnológico e, agem em nós - e dentro de nós. As humanidades científicas é, portanto, uma proposta de educar cientificamente no Antropoceno, e ensinar a habilidade de seguir os fluxos e de cuidar dos nossos híbridos. Esse novo modo de educar cientificamente, coloca em foco a produção de realidades, assumindo que a produção de conhecimento é situada e evidenciando a produção, e performance, das realidades pelos agentes humanos e não-humanos.

A ignorância moderna em relação aos seus híbridos se expande também para a relação com a própria natureza. A ciência moderna se equivocou na compreensão da Terra como um planeta entre outros,

⁶ No livro *Ciência em Ação*, Latour utiliza o vocabulário da cibernética para apresentar as caixas-pretas da ciência, artefatos considerados demasiadamente complexos para se compreender. Em uma caixa-preta não é preciso saber o que ocorre dentro dela, somente o que entra e o que sai dela.

desconsiderando a sua unicidade específica, uma vez que a Terra foi criada pelos próprios seres que a habitam, e não pelas leis invisíveis da natureza. Essa escolha em lidar com a natureza enquanto um polo ontológico separado da ciência e da cultura, contribuiu para a percepção da natureza enquanto uma fonte inesgotável de recursos para explorar (Latour, 2021). As lentes que ignoram a unicidade da Terra e da vida que nela habitam, foi construída a partir das lentes da Ciência.

Refletindo sobre as consequências das fronteiras que a modernidade impõe, Ji (2022) relata o seu constrangimento ao constatar que a educação científica a afastou do conhecimento experimental de sua mãe. O relato da pesquisadora nos atenta para a transformação da educação em ciências para a construção de mundos compartilhados, e representa também a necessidade de construir um projeto de educação que busque o não apagamento das diversidades ontológicas.

Latour (2020) propõe então o termo “natureza-processo” para indicar que a Terra é um planeta é composto pelo conjunto de seres, tempo e ambiente. A crítica à ciência moderna, assim como a proposta das humanidades científicas, não é uma tentativa de destruir o discurso científico, mas sim uma renovar as ciências em relação ao estudo da Terra. Uma nova perspectiva que pode nos ajudar a viver no Antropoceno. Afinal, nós, seres humanos, não somos monstros ingratos ou malditos. Para Lovelock (2019), devemos nos imaginar como escultores dedicados à nossa arte de criar e que, em um piscar de olhos, nos percebemos cercados pelas lascas de nossa obra. A grande questão é saber se lidaremos com a nossa sujeira ou continuaremos a lapidar infinitamente o mármore à nossa frente.

Consideramos que a desaceleração do progresso imposto pela modernidade faz parte de um projeto de humanidades científicas, que possui o propósito de emergir a percepção de antigas e novas ecologias (Latour, 2012). Desse modo, é necessário aprendermos a ecologizar (Latour, 2012). Por ecologizar, compreendemos que se refere a encontrar o vínculo outrora esquecido entre a sociedade e a natureza, provocado pela segmentação ontológica moderna. Latour (2016) considera que é fundamental escolhermos entre modernizar ou ecologizar, sendo a última uma ação de tradução dos coletivos sociais através das ecologias. Portanto, ao ecologizarmos, adotamos

uma prática transdisciplinar e sociopolítica que, ao ser pensada para a educação em ciências, abre possibilidades de colocarmos em destaque relações não predatórias da natureza, e uma educação que nos permita desenvolver modos de descrever as nossas experiências de aprendizado e coexistências com humanos e não-humanos.

Aterrando a Educação em Ciências na Zona Crítica

Os modelos que marcam as formas modernas de representação do nosso mundo oscilam entre aqueles em que nosso planeta é apresentado como um ponto de partida para a colonização do espaço (Sagan, 2019), e aquelas em que os continentes e oceanos aparecem envoltos em nuvens. Desde a pequenez em relação ao Universo conhecido até o triunfo dos projetos espaciais, nossas impressões oscilam entre uma sensação de insignificância e de megalomania. Esse cosmos materializado por uma percepção de que a ciência poderia ser realizada a distância, em que o cientista seria capaz de se manter isolado daquilo que ele observa, não mais consegue compreender um mundo cada vez mais confuso (Latour, 2012).

Desde o início deste século os estudiosos do Sistema Terra têm usado o termo *Zona Crítica* para descrever os constituintes do único ambiente onde temos certeza da Vida neste universo (Latour, Weibel, 2020; Latour, 2021). Damos este nome à fina camada onde os viventes atuaram ao longo de bilhões de anos, provocando mudanças em escala planetária.

Para nos atermos a um exemplo, temos a retirada do dióxido de carbono da atmosfera e sua deposição na litosfera planetária, levando ao aumento da concentração de oxigênio. Este evento ocorre a partir da invenção, pelos seres vivos, do processo que liga água e dióxido de carbono formando glicose. Em seu surgimento, a fotossíntese foi responsável pela grande extinção em massa dos organismos anaeróbicos, que só conseguiram sobreviver em espaços recônditos de nosso planeta – intestinos e cavernas, por exemplo. O evento extremo da invenção da fotossíntese criou uma atmosfera que permite a existência das formas de vida que usam o oxigênio para obter energia da degradação da glicose. Do mesmo modo, as ações do *Homo sapiens* alteraram as condições do espaço à nossa volta, assim como as ações

de todas as demais espécies o fazem. Cada vivente, e não-vivente, constrói o espaço ao seu redor, ao longo do tempo, promovendo alterações que permitem a habitação de outras espécies em determinado espaço, ou, de modo semelhante, torná-lo inabitável.

O termo Zona Crítica pode ser criticado por não ter paralelo em nenhum campo da geologia e não ter sido estabelecido no discurso público. Mas como Latour e Weibel (2020) defendem, essa é uma das maiores vantagens de seu uso. Destrinchando o termo, percebemos que tradicionalmente o termo “zona” já está se referindo a um “*patchy*”, um retalho, um recorte. O termo “*designa algo de status incerto, delineamento pouco claro, atmosfera perturbadora*” (p.13). Além de quebrar qualquer análise cartográfica tradicional, o termo interrompe qualquer tentativa de unificar politicamente o globo.

Já o termo “crítica” tem diversos sentidos, ainda em debate mesmo entre os pesquisadores do campo. Cientistas têm utilizado o termo de múltiplas formas: “*‘distante do equilíbrio termodinâmico’, ‘frágil’, ‘interface’, ‘aquilo que deve ser protegido’, o que pode abruptamente cruzar um ‘ponto de não retorno’*” (Latour, Weibel, 2020, p.13). Para cada um destes sentidos, devemos lançar o olhar justamente para a construção de sentidos a partir das realidades e mundos percebidos nos processos de pesquisa. O termo Zona Crítica, por fim, se refere ao local onde residimos, uma fina camada da qual não conseguimos escapar, senão em máquinas e trajes que emulam as condições de existência. A ontologia moderna considera que é possível, e viável, viver em qualquer lugar, mas, para Latour, todos estamos situados nas regiões da Zona Crítica da Terra. Portanto, mesmo que visitemos a Lua, ou Marte, levamos conosco as condições de existência que a Vida moldou neste lugar único.

Como, então, nos organizarmos para compreender este novo lugar que habitamos? Devemos partir do local, das assembleias de viventes em suas relações com os não viventes e daí vem a sugestão de instauração de uma vasta rede de “Observatórios da Zona Crítica”, que levam a uma integração de cada um dos locais onde os dados são obtidos. Contudo, é importante dizer que esta integração não trata da tentativa de unificação da Zona Crítica como uma entidade total. Cada observatório descreve as relações locais que não devem, *a priori*, ser escalonadas para outros níveis, mas que permitem a atuação de diferentes campos das ciências em uma mesma região, numa

abordagem transdisciplinar típica das Humanidades Científicas. Esta abordagem reforça a constituição dos Observatórios de Zona Crítica para reconhecer e abordar os problemas relacionados com as mudanças climáticas.

Os Observatórios de Zona Crítica têm sido criados com a perspectiva de ser uma

estrutura unificadora para a integração abaixo do solo-acima do solo, abiótico-biótico e tempo-espço em fluxos de massa e energia para compreender holisticamente ecossistemas terrestres complexos e oferece um terreno fértil para pesquisas interdisciplinares (Guo, Lin, 2016, p.1).

Entendemos que esta perspectiva unificadora tem o mérito de perceber o local como constituinte de uma rede mais ampla, mas que não deve ser unificada. Por isso, a importância do conceito de Zona Crítica para a Educação em Ciências passa pelo reconhecimento de que as relações estabelecidas pelos estudantes com os demais viventes e não viventes deve ser explorada a partir de suas realidades.

O estudo da Zona Crítica é, portanto, uma tentativa de realinhar o conhecimento do mundo onde vivemos com o conhecimento do mundo do qual vivemos. A modernidade conseguiu criar uma situação a partir da qual parece natural observar e compreender o lugar onde existimos como se estivéssemos fora dele. O global é unificante se sobrepondo ao local e diverso. A construção deste mundo em que todos os viventes e não-viventes podem existir nos leva a uma outra característica pertinente das Humanidades Científicas: a percepção de que a ação política deve ser parte dos processos educacionais.

Considerações sobre educação em ciências e ação política

Compreendemos em nosso grupo de pesquisa que a Teoria ator-rede está pautada essencialmente por rastrear, em uma situação de pesquisa, aqueles que estão agindo na construção de uma rede sociotécnica. Nesse sentido, a construção de relatos é a prova de força daquelas realidades que nos esforçamos para estabilizar (Latour,

2012, p. 179). Para além de determinar uma realidade única, os esforços são no sentido de construir uma diplomacia verdadeiramente simétrica, que abarque humanos e não-humanos na construção de um mundo onde múltiplas realidades possam coexistir.

Este é um diferencial entre o modo daqueles que jamais foram modernos e daqueles que percebem a necessidade de ecologizar as relações com o mundo e no mundo. Aterrorar, reconhecer-se parte do mundo, obriga-nos a perceber que não existe mais um modo soberano de impingir aos demais uma verdade absoluta, universalista. Pelo contrário, é preciso “lutar ponto a ponto, descobrir – e não mais aplicar – as reações das potências de agir umas sobre as outras” (Latour, 2020a, p.227). Isso faz com que uma nova forma de ação política seja necessária, relacionada com uma diplomacia que permita tentar compor um mundo único onde todos os modos de existir sejam possíveis.

Latour e Schultz (2023) indicam a possibilidade de tornarmos a ecologia essa nova forma de ação política, avançando rumo a um necessário engendramento entre os seres. Para isso é necessário que a ecologia se desvincule da *produção*, e passe a representar a junção do “mundo *no qual* se vive como mundo *do qual* se vive em um mesmo espaço” (p. 37). Garantir a construção deste espaço de convivência para todas as espécies e não somente para o homem é outro dos desafios que a ecologia precisa enfrentar. A garantia da produção dos meios de subsistência não pode se limitar aos humanos, mas deve envolver todos os terrestres. Por isso, os conflitos pela organização dos modos de produção e reprodução da Vida não se restringem somente às classes sociais, mas são conflitos *geossociais* (Schultz, 2020; Latour, 2021). Os conflitos geossociais se resumem a um conflito em torno da questão: o que fazer com a Terra?

Ao construir os sentidos deste termo, Latour (2021) indica que os desafios deste tempo vão além da distribuição das coisas necessárias à nossa persistência, mas ao próprio modo como produzimos esses bens. Assim, a tradicional questão da justiça social avança para uma justiça geossocial, em que os demais seres vivos e as condições de suas sobrevivências devem ser levadas em consideração. Assim, a luta acontece neste momento entre os *extratores*, que creem em uma natureza com recursos infintos a nossa disposição e os *remendadores*, que reconhecem as destruições provocadas pelas

nossas ações e “devem lutar para criar outra tessitura para os territórios que seus inimigos abandonaram, depois de os terem ocupado e saqueado” (Latour, 2021, p.130)

As condições de habitabilidade de nosso planeta estão em perigo, graças ao modelo de desenvolvimento apregoado pelos modernos (Latour, 2020a). Em todo o espectro político, progresso se vincula à apropriação dos “recursos naturais” como se fossem constituintes de uma natureza exterior ao humano. É necessário compreender que existem limites planetários para a manutenção da vida (Richardson *et al*, 2023) dos quais já ultrapassamos seis em nove. A ecologia como classe política, portanto, pressupõe uma forma de garantir a habitabilidade de nosso planeta.

As Humanidades Científicas pressupõem a ação rumo a uma política vinculada à diplomacia para a coexistência dos diversos actantes que tornaram este planeta o único, pelo menos até agora, onde a Vida como fenômeno foi encontrada. O tênue conjunto de ações e conjuntos de sistemas que constituem nossa Zona Crítica deve ser mantido pelas ações coletivas que respeitem todos os que agem na construção deste espaço.

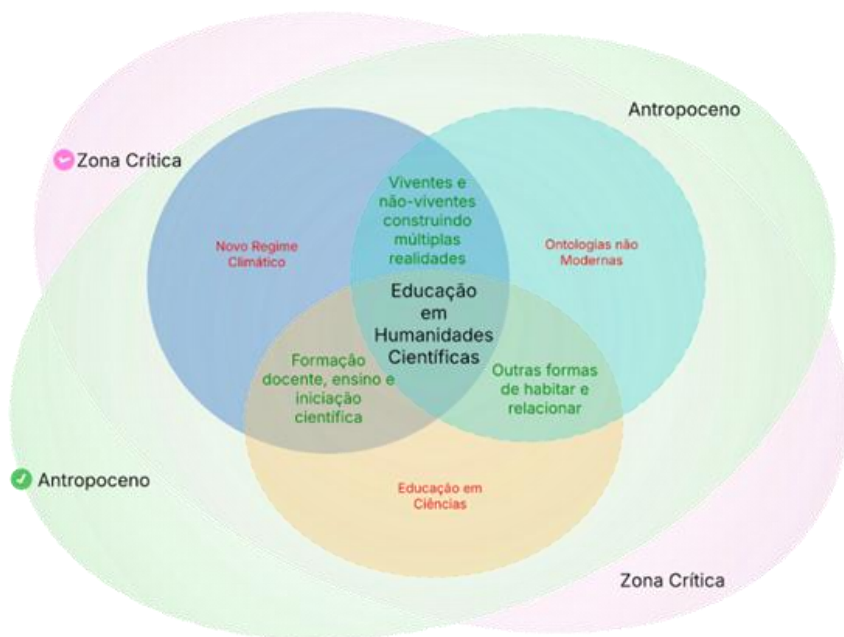
Considerações finais

Diante do exposto podemos entender que vivemos em uma época que não mais nos permite aceitar que os problemas socioambientais não nos implicam. Que haveria um lugar seguro que se faz incorruptível, indelével e que nos colocaria alheio às misérias do mundo. Na figura 1, a seguir, construímos um diagrama em que apresentamos o espaço em que vivemos, a Zona Crítica que discutimos nesta introdução, em rosa claro. Este é o local no qual é demandado que nós, cientistas e docentes das ciências da natureza, estejamos situados, aterrados.

Da mesma maneira, à ciência e ao ensino de ciências é requerido que estejam mobilizados, implicados, articulados e sensíveis para com as questões urgentes que irrompem nos dias atuais. O diagrama a seguir se refere a esta temporalidade pela elipse esverdeada, que indica o Antropoceno. Estas regiões do diagrama englobam os demais actantes que seguimos nos capítulos deste livro, mas não são

totalizantes. A representação somente indica que eles se articulam localmente e devem ser pesquisados a partir da realidade instaurada nos territórios.

Figura 1.1: Diagrama da proposta deste trabalho



Autoria: Pereira e Gonçalves, 2025⁷

O diagrama ilustra a relação entre alguns dos campos abordados pelos autores desta obra, compreendendo que as demandas que surgem em nossa vida clamam por movimentos na educação em ciências – representado pela elipse laranja. Tais urgências nos levam além do foco nas questões epistemológicas,

⁷ Apesar de termos lançado mão do diagrama de Venn na construção da imagem, ressaltamos que estes campos não são fechados, agindo entre si e com outros, não apresentados aqui. Utilizamos o diagrama como uma ferramenta semiótica para ilustrar as possibilidades da Educação em Humanidades Científicas trabalhadas neste livro.

tornando necessário a construção de uma sensibilidade e atenção para as práticas ontológicas – em azul claro – que encenam realidades e mundos múltiplos (Law, 2004; Mol, 2008). Múltiplo é diferente de plural e de quaisquer. Afinal, é no traço dos rastros que identificaremos os atores e suas mediações, que produzem mundos mais ou menos estabilizados e realidades mais ou menos verdadeiras que outras. A regra aqui é a performance.

O Novo Regime Climático – em azul escuro – que impacta diretamente os modos modernos de existir e produzir a existência humana e dos demais viventes, encontra eco ao longo deste livro. As adaptações necessárias à mitigação dos efeitos das alterações provocadas pelos humanos vão impactar diretamente a possibilidade de persistir nesta Zona Crítica. Por fim, das intersecções entre estes elementos vemos surgir nos capítulos a seguir novas formas de habitar os territórios em relações mais respeitosas com os demais modos de existir.

Entendemos que é nesse movimento que também serão produzidas aprendizagens ao mobilizar os corpos dos estudantes, criando condições de os interessar cada vez mais com os diferentes mundos produzidos em sala de aula, tornando-os, assim, afetados (Latour, 2004). Nessa perspectiva, caminhamos dentro da proposta das Humanidades Científicas, cerne das pesquisas realizadas e apresentadas nesta obra. O diagrama não representa a simples superposição de diferentes abordagens, mas a percepção de que a Educação em Humanidades Científicas é uma estratégia em que a formulação inicial da ação educativa tem origem nas condições efetivas da realidade local, permitindo analisar a instabilidade da separação moderna Natureza/Cultura (Latour, 2020a, p. 19) e superá-la.

Por fim, enquanto professores e professoras de ciências este capítulo lança algumas questões: Que implicações trazem as ações dos híbridos nos tempos do Antropoceno no ensino de ciências? Quais as possibilidades de instauração de observatórios de Zona Crítica nos espaços escolares? Que realidades e mundos emergem nas práticas sociomateriais em sala de aula? Em que medida tais práticas contribuem para a promoção de ações políticas democráticas (Coutinho *et al*, 2016)? Como elas permitem afetar (Latour, 2004) o

corpo dos estudantes em direção à produção de um bom mundo comum?

Agradecimentos

Francisco Ângelo Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa e pelo apoio financeiro. Karla Magna dos Santos Gonçalves é grata à FAPEMIG pela concessão da bolsa de doutorado. Bruno Francisco Melo Pereira é grato ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Minas Gerais - campus Betim, pelo apoio à capacitação que permitiu a dedicação integral ao doutoramento e à Pró-reitoria de Graduação pela Bolsa do Programa de Monitoria da Graduação, que o permitiu acompanhar as estudantes das Ciências da Vida e da Natureza do LECampo no Tempo Comunidade. Gabriel Menezes Viana é grato ao apoio financeiro concedido pela Fapemig.

Referências

ADAM, David. Ditching ‘Anthropocene’: why ecologists say the term still matters. **Nature**, 2024, Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-024-00786-2>. Acesso em: 17/04/2024

CASIMIRO, Poliana; Brasil teve quase três meses a mais de calor por causa da crise do clima nos últimos 12 meses, aponta relatório. **G1**; 2024. Disponível em: https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2024/05/28/brasil-teve-quase-tres-meses-a-mais-de-calor-por-cao-da-cao-de-clima-nos-ultimos-12-meses-aponta-relatorio.ghtml?UTM_SOURCE=whatsapp&UTM_MEDIUM=share-bar-app&UTM_CAMPAIGN=materias. Acesso em 29/05/2024

COUTINHO, Francisco Ângelo; FIGUEIREDO, Kristianne Lina; SILVA, Fabio Augusto Rodrigues e. Proposta de uma configuração para o ensino de Ciências comprometido com a ação política democrática. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2016.

- COUTINHO, Francisco Ângelo; FIGUEIREDO, Kristianne Lina; VIANA, Gabriel Menezes; SILVA, Fabio Augusto Rodrigues e.; DIAS, Welington; SANTOS, Raí Leonardo de Jesus; As Ontologias de um Jardim. contribuições para a educação em Humanidades Científicas no Antropoceno. **Pista: Periódico Interdisciplinar [Sociedade Tecnologia Ambiente]**, v. 4, n. 1, p. 105-120, 2022.
- COWIE, Robert. H.; BOUCHET, Philippe.; FONTAINE, Benôte. The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? **Biological Reviews**, v. 97, p. 640–663, 2022.
- FERDINAND, Malcom. Uma ecologia decolonial: pensar a partir do mundo caribenho. São Paulo: Ubu, 2022.
- Franco, Luiz Gustavo; Munford, Danusa; Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: Um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, v. 36, n. 1, p. 158–171, 2018.
- GUO, Li; LIN, Henry. Critical Zone Research and Observatories: Current Status and Future Perspectives. **Vadose Zone Journal**, v. 15, n. 9, p. 1–14, 2016.
- GILBERT, Jane. Transforming science education for the Anthropocene – is it possible? **Research in Science Education**, 46, 187-201. 2016.
- JI, X. “Trees Don’t Sing!... Eagle Feather Has no Power!”—Be Wary of the Potential Numbing Effects of School Science. In: Wallace, M.F.G & Bazzul, J.& Higgins, M. & Tolbert, S. **Reimagining Science Education in the Anthropocene** (pp. 17-33). Palgrave Macmillan, Cham. 2022.
- LATOUR, Bruno. **Jamais fomos Modernos: ensaio de antropologia simétrica**. Rio de Janeiro: Editora 34/ Coleção TRANS. 1994.
- LATOUR, Bruno. How to Talk About the Body? The Normative Dimension of Science Studies. **Body & Society**, v. 10, n. 2-3, p.

205-229, 2004.

LATOUR, Bruno. **Reagregando o social**: uma introdução à teoria do ator-rede. Salvador: Edufba, Bauru: Edusc. 2012.

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

LATOUR, B. Investigação sobre os modos de existência: uma antropologia dos modernos. Petrópolis, RJ: Vozes, 2019.

LATOUR, Bruno. **Diante de Gaia**: oito conferências sobre a natureza no Antropoceno. São Paulo: Ubu, 2020a

LATOUR, Bruno. Onde aterrar? Como se orientar politicamente no antropoceno. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2020b.

LATOUR, Bruno. Onde Estou? Lições de confinamento para uso dos terrestres. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2021.

LATOUR, Bruno; SCHULTZ, Nikolaj. **Memorando sobre a nova Classe Ecológica**. Petrópolis: Vozes, 2023

LATOUR, Bruno; WEIBEL, Peter. **Critical zones: the science and politics of landing on earth**. Karlsruhe, Germany Cambridge, MA: ZKM Center for Art and Media The MIT Press, 2020.

LAW, John. **After Method: Mess in Social Research**. Londres: Routledge, 2004.

LORIMER, Jamie. The Anthro-po-scene: A guide for the perplexed. **Social Studies of Science**, v. 47, n. 1, p. 117-142, 2017.

LOVELOCK, James E. **Gaia-um novo olhar sobre a vida na Terra**. São Paulo: Leya, 2020.

MACEDO, Elizabeth. “A base é a base”. E o currículo o que é? In: AGUIAR, Márcia Ângela; DOURADO, Luiz Fernandes (Orgs.). **A BNCC na contramão do PNE 2014-2024: avaliação e**

perspectivas. Recife: ANPAE, 2018, p. 28-33

MOL, Annemarie. Política ontológica: algumas ideias e várias perguntas. **Objectos impuros: experiências em estudos sobre a ciência.** Porto: Afrontamento, p. 63-75, 2008.

PEREIRA, Bruno Francisco Melo; COUTINHO, Francisco Ângelo. Educação e ação política no tempo das catástrofes. **Pensar a Educação em Pauta**, Belo Horizonte, 17/03/2023.

PICCININI, Cláudia Lino; ANDRADE, Maria Carolina Pires de. O ensino de Ciências da Natureza nas versões da Base Nacional Comum Curricular, mudanças, disputas e ofensiva liberal-conservadora. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 34-50, 2018. DOI: 10.46667/renbio.v11i2.124. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/124>. Acesso em: 11 jun. 2024.

RICHARDSON, Katherine; STEFFEN, Will; LUCHT, Wolfgang; BENDTSEN, Jorgen, CORNELL, Sarah E. *et al.* Earth beyond six of nine planetary boundaries. **Science Advances**, v. 9, n. 37, p. eadh2458, 2023.

SAGAN, Carl; Pálido Ponto Azul: uma visão do futuro da humanidade no espaço; São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

SCHULTZ, Nicolaj, New Climate, New Class Struggles; LATOUR, Bruno; WEIBEL, Peter. **Critical zones: the science and politics of landing on earth.** Karlsruhe, Germany Cambridge, MA: ZKM Center for Art and Media The MIT Press, 2020.

STENGERS, Isabelle. **No tempo das catástrofes.** São Paulo: Cosac Naify. 2015.

STEFFEN, Will; GRINEVALD, Jacques; CRUTZEN, Paul; MCNEIL, John. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. **Philosophical Transactions of the Royal**

Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, v. 369, n. 1938, p. 842–867, 2011.

TSING, Anna Lowenhaupt. **Viver nas ruínas**. Brasília: IEB Mil Folhas. 2019.

TSING, Anna Lowenhaupt. O antropoceno mais que humano. **Ilha: Revista de Antropologia**, v. 23, n. 1, p. 176–191; 2021.

UNESCO **Reimagining our futures together: A new social contract for education**. Paris, France: Educational and Cultural Organization of the United Nations, 2021.

WALKER, Michael J. C.; BAUER, Andrew M.; EDGEWORTH, Matthew; ELLIS, Erle C.; FINNEY, Stanley; GIBBARD, Philip L.; MASLIN, Mark. The Anthropocene is best understood as an ongoing, intensifying, diachronous event. **Boreas**, v. 53, n. 1, p. 1–3, 2024.

ZALASIEWICZ, Jan; WATERS, Colin N.; SUMMERHAYES, Colin P.; *et al.* The Working Group on the Anthropocene: Summary of evidence and interim recommendations. **Anthropocene**, v. 19, p. 55–60, 2017.

Rodolfo Dias de Araújo
Gabriel Menezes Viana
Francisco Ângelo Coutinho

A RECUSA DE VIVER ENTRE NÃO HUMANOS: INVESTIGAÇÕES SOBRE UMA COMUNIDADE ANTIVACINA NO FACEBOOK



Este capítulo tem o propósito de refletir sobre onde se situa um grupo de negacionistas da vacina quando sustentam sua decisão de não-vacinação. Para isto, foi investigado uma comunidade do *Facebook* de onde extraímos dois estratos com argumentações para adoção de medidas contrárias à vacinação para o tétano.

Uma primeira forma de se entender a existência de movimentos negacionistas é a partir da perspectiva de que há uma desconsideração de informações, ou por falta de esclarecimento ou por um déficit no desenvolvimento psicológico (Veiga-Neto, 2021). Os autores informam, à vista disso, que o sujeito que encontra informações contrárias às suas premissas não consegue lidar com elas e as rejeita.

Dessa maneira, para Caruso e Marques (2021) o negacionismo está pautado em escapar de uma realidade que se apresenta incômoda para o sujeito. Isto é, ele inicia um caminho para a aproximação do conhecimento sistematizado, porém acaba se desviando para a manipulação ao se deparar com informações que contradizem sua percepção inicial (Sena Júnior, 2019). Na busca por colocar consensos científicos em dúvida e deslegitimar a autoridade científica tal desvio busca resistência na formação de grupos (Duarte; César, 2021).

Tais grupos podem se formar por meio de associações político-sociais ou religiosas. A partir de uma leitura fundamentalista dos escritos religiosos, a religião emerge como um saber hegemônico, destacado do mundo terreno, que serve para questionar as afirmações científicas e as decisões tomadas a partir delas (Costa, 2021). Essa aderência à religião está baseada na identificação entre aqueles que participam orientados por uma comoção que só quem atua é capaz de entender. Essa comoção nunca será alcançada pelos fatos, comprovações e linguagem matemática que dão os aspectos daquilo que é o científico (Caruso; Marques, 2021).

Assim como o religioso, Duarte e César (2020) assinalam a importância de uma postura político-social do movimento negacionista. Se em dado momento o impacto psicológico individualiza a recusa das evidências científicas, em outro momento, move as pessoas a se organizarem em grupos para reafirmar seus posicionamentos. Assim, o negacionismo pode se organizar em um coletivo que não dialoga com o discordante, o que resulta em um agrupamento paralelo (Duarte; César, 2021). Contudo, o paralelo não

é apenas porque está em outro lado, concorrente; mas também porque não se permite tocar, não se permite atravessar. Para Vilela e Selles (2020), o negacionismo é um movimento que busca por uma estagnação social. Assim, desde que o conhecimento produzido corrobore o privilégio de certos grupos, ele é aceito; entretanto, quando o mesmo saber se situa contrário à relevância de um certo conjunto privilegiado, ele perde importância e é negado.

O negacionismo é, portanto, um fenômeno complexo que não se reduz à ignorância (Duarte; César, 2021). O campo da Educação identifica diversos meandros dos quais surgem a negação, em particular: dificuldades cognitivas, questões psicológicas, associação das políticas neoliberais à Educação, o conhecimento científico ensinado por um viés hegemônico e positivista, concomitância na justificativa dos fatos científicos com a religião e a reafirmação de premissas próprias pela ação dos algoritmos presentes nas redes sociais da internet.

Educação em saúde e movimentos negacionistas: A interdição da condescendência

Venturi e Mohr (2021) mostram como o campo brasileiro da Educação em Saúde, baseado em saberes higienista e sanitarista⁸, desenvolveu uma prática focada na transmissão de conhecimento. Para esses autores, no documento atual, que orienta o ensino básico no Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), alguns rastros desses referenciais podem ser notados, tais como: reafirmação do histórico de caráter prescritivo, associação com a biomedicina e a pouca valorização do contexto em que o aluno está inserido (Venturi; Mohr, 2021). Nesse cenário, a escola, para Venturi e Mohr (2021),

⁸ O primeiro movimento adota uma postura policial que, de forma autoritária e repressiva, quer obrigar os *bons hábitos* ao povo. Sua base é tratar a população como uma massa sem nenhum conhecimento a ser valorizado. O segundo movimento, mais brando, se posta em uma tentativa de persuadir a população a adotar os procedimentos sanitários, entretanto ainda mantém a postura de não valorizar o conhecimento popular (VENTURI; MOHR, 2021).

apresenta-se como uma transmissora de informações a fim de revelar os conhecimentos verdadeiros e ditar hábitos mais saudáveis para a população. Como consequência, uma condescendência⁹ entre aqueles que detêm o saber e aqueles que não o possuem é estabelecida.

Segundo Morel (2021b), é necessário considerar o elitismo e o colonialismo como constituintes das ciências modernas, que não apenas afastou a população do conhecimento científico, mas também fomentou a desconfiança sobre ele. A partir dessa atitude, o social e o ambiental, no qual as pessoas estão envolvidas, são desconsiderados. Dessa forma, surge a facilidade em culpabilizar individualmente a quem dispensa os comportamentos pautados pela Educação em Saúde sanitária ou higienista (Morel, 2021b). Logo, ao não se sensibilizar com outras realidades, a prática cotidiana do conhecimento científico tornou-se reduzida a uma operação técnica, o que abre caminho para ações no mundo baseadas em diversas outras justificativas, inclusive a negação (Morel, 2021a, b).

Como exemplo, durante a pandemia de Covid-19, Morel (2021b) cita um encontro com um trabalhador informal que desconsiderava os cuidados com a doença, pois, segundo ele, era uma “doença de rico”. A autora salienta que é neste momento de distanciamento que grupos que visam perpetuar o negacionismo científico se aproveitam para propagar tal postura, produzido um “silenciamento, por exemplo, da reivindicação de direitos como água, saneamento e sabão em populações vulnerabilizadas” (Morel, 2021b, p. 8). Logo, para Morel (2021b), o problema que envolve o negacionismo científico não é um déficit de conhecimento, mas de prática comum, isto é, “partilhar desafios comuns, vislumbrando um panorama a ser explorado conjuntamente” (p.7). Dado o exposto, os movimentos negacionistas agem de maneira que a condescendência em relação ao outro é interdita. Com isso, demanda-se uma ciência aberta a ser

⁹ A palavra origina-se do termo em latim tardio *con-descendere*, isto é, descer, afundar, se localizar para/com o outro (Weekley, 1967). Contudo, durante o século XII, no tempo românico, a palavra ganhou um outro aspecto pejorativo que perdura até os tempos atuais ao assumir uma superioridade (Weekley, 1967). Dessa maneira, aquele que era identificado por sua condescendência apenas a figurava e não a praticava de fato. É desse modo românico que optamos por usar a palavra.

tornar “afetada pelos conhecimentos populares, considerando as realidades das classes populares, para não reproduzir apenas medidas higienistas.” (Morel, 2021b, p. 7)

O caso das árvores de Paris: a condescendência estendida aos não humanos

Alinhado com a proposta que segue esse livro, nos propomos, neste momento, a pensar sobre a Zona Crítica e suas diversas territorialidades. Em especial, uma das mais complexas, a zona urbana (Rankovic, 2020). Afinal, seus aspectos envolvem diversos fatores entrelaçados que produzem condições insólitas de vivência, tais como: alta heterogeneidade dos espaços, solos antropogênicos, alta concentração de dióxido de carbono atmosférico, presença de organismos não nativos (Rankovic, 2020).

O trabalho de Rankovic (2020), por exemplo, se volta para a dinâmica de reposição de árvores na cidade de Paris, França. Segundo o autor, há um protocolo estabelecido pela cidade para o plantio de árvores em suas ruas e avenidas desde o século XIX. Nessa abordagem, para o plantio de uma muda, é produzido um espaço nas calçadas com 3 metros de largura e 1,3 metros de profundidade. Dessa maneira, o espaço é preenchido com solo vegetal que fora angariado nas imediações da cidade.

Assim que são plantadas, as mudas são abandonadas no meio da cidade sem fertilização e rega. Com o seu desenvolvimento em árvores, algumas delas morrem. As autoridades responsáveis pelo planejamento urbano delegam ao próprio crescimento do vegetal a causa da sua morte, pois o desenvolvimento teria exaurido o solo do qual elas obtêm nutrientes (Rankovic, 2020). Dessa forma, a árvore morta é retirada do espaço que ocupava e o solo vegetal é substituído. Logo, o protocolo de plantio é refeito. Portanto, estamos diante de uma situação análoga identificada pelos pesquisadores da área da Educação em saúde. Não há escuta dos meios dos quais os objetos de cuidado surgem, há apenas uma intervenção técnica feita por um detentor do saber.

Entretanto, a hipótese da exaustão do solo não foi testada pelas autoridades. À vista disso, Rankovic (2020), propõe investigar o que

acontece com os vegetais que morrem nas calçadas de Paris. Por meio de uma técnica chamada “cronossequência”, o autor estabelece uma linha do tempo que compara as associações árvore+solo recentes e antigas. Os resultados encontrados pela pesquisa mostram um solo mais antigo com mais carbono e mais nitrogênio. Isto é, os solos mais antigos não se degeneram¹⁰ com o passar do tempo.

Em resposta a essas condições, as árvores antigas produzem um emaranhado de raízes finas e de menor profundidade que as árvores recentes. Dessa maneira, visam driblar a falta de espaço nos quais estão alocadas e maximizar a captura de nutrientes e água na superfície. Portanto, ao se comportarem dessa maneira, as árvores sinalizam que não é a falta de nutrientes que as fazem morrer, mas sim o pequeno espaço ofertado para elas. Portanto, as árvores da cidade parisiense tornam-se “eloquentes representantes do resto da biodiversidade” (Rankovic, 2020, p. 143).

O cuidado com o corpo distribuído: uma cura para o não pertencimento ao mundo

Segundo Latour (2020), perante as “mutações climáticas” a Ecologia moderna¹¹ nos faz enlouquecer de diversas maneiras. A primeira é aquela em que optam por denunciar a manipulação de dados feita pelos cientistas, não há certeza sobre os dados. São aqueles que enxergam uma teoria da conspiração no qual o objetivo é, por meio das reivindicações ambientais, terminar com o *american way of life* e instalar o socialismo nos Estados Unidos. Na dúvida, estagnamos. Outros entram em um modo de ação frenético baseado na expectativa de amplo domínio da natureza por meio da tecnologia. Afinal, se a Natureza se apresenta furiosa é porque não a dominamos

¹⁰ Segundo o trabalho de Rankovic (2020), a fonte de carbono pode ser pela morte das raízes das árvores e as fontes de nitrogênio podem ser desde excretas de animais deixados nos canteiros, passando pelo processo de queima dos combustíveis até o funcionamento dos sistemas de aquecimento.

¹¹ A ecologia moderna é aquela que se apoia na Constituição Moderna exposta em Latour (1994). No qual, os modernos organizaram dois pólos com existência pré-definida que abarcam a Natureza e a Sociedade e separam não humanos de humanos.

por completo. Há ainda terceiros que perambulam por um estado de raiva e covardia ao ler as notícias alarmantes e pavorosas que se apresentam. Raiva daqueles que estão mais loucos que eles, covardia, pois ainda nutrem alguma esperança em enfrentar a situação “respeitando o quadro das instituições existentes” (Latour, 2020, p. 30). Por último, surgem aqueles que apostam como solução o isolamento total. Fugir para as colinas.

Todos que vivem nos tempos das mutações climáticas parecem sofrer de alguma dessas loucuras. Contudo, precisamos aprender a sobreviver sem nos levar pela negação, domínio, paralisia e fuga do mundo. É necessário aprender a viver bem ou “viver bem com seus males” (Latour, 2020, p. 32). Pois:

Não existe cura para o pertencimento ao mundo. Mas, pelo cuidado, é possível se curar da crença de que não se pertence ao mundo; que essa não é a questão essencial; que o que ocorre com o mundo não nos diz respeito. O tempo em que podíamos esperar “sair disso” não existe mais. De fato, estamos, como se diz, “em um túnel”, só que “não veremos seu fim”. Nesses assuntos, a esperança é má conselheira, já que não estamos em uma crise. Isso não vai “passar”. Será preciso lidar com isso. É definitivo (Latour, 2020, p. 30).

Seguindo a discussão apresentada, sentimos ser necessário acrescentar outra reflexão desenvolvida por Latour (2021). Sua proposta é de que viver em uma cidade é saber negociar a produção de um corpo com o local em que se encontra situado.

Nessa direção, Latour (2021) conta-nos sobre a relação entre o cupim e o cupinzeiro. Este só se mostra adequado para a habitabilidade daquele, pois além do trabalho de construção de sua morada, a partir da mastigação do solo florestal, os insetos buscam traçar alianças para a manutenção da qualidade do ar e da temperatura em seu interior com certas espécies de fungos. Para Latour (2021), duas percepções podem emergir dessa relação ecológica: i) o indivíduo não existe de maneira encapsulada em si, mas sim de maneira prolongada e distribuída; e ii) o meio no qual os indivíduos vivem não é algo pronto, fixado, mas obra de outros seres. O autor extrapola essas considerações em direção aos habitantes das cidades, ao postular “Na cidade, como no cupinzeiro, habitat e habitante estão em continuidade; definir um é definir o outro.”

(Latour, 2021, p. 19). Portanto, o sujeito é algo vinculado ao meio e o meio se vincula a ele.

A continuidade estabelecida anteriormente é composta por meio dos trabalhos de diversos atores que promovem uma atividade sutil da produção, manutenção e adaptação das condições de existência para si e para os outros. Dessa maneira, não há uma natureza essencialmente verde ou primordialmente orgânica (LATOUR 2021). À vista disso, caso queiramos nos entender melhor é preciso antes levar em conta “os dispositivos técnicos, as fábricas, os hangares, os portos, os laboratórios que melhor permitem entender o trabalho dos organismos vivos...” (Latour, 2021, p. 24).

Produção de dados: fabricando redes, encontrando os nós

Para identificação e análise das ações dos atores arregimentados pela comunidade digital antivacina, nos associamos com o *software Gephi®*. Com ele é possível construir uma visualização de dados que relacionam nós com outros nós por meio de arestas, os chamados grafos. Tais associações permitem aplicar medidas estatísticas de Análise de Rede Social (ARS) que auxiliam na identificação do comportamento de cada nó localizado no grafo, quadro 2.1 (Bastian; Heymann; Jacomy, 2009; Cherven, 2015).

Quadro 2.1: Exemplos de medidas estatísticas disponíveis no Gephi.

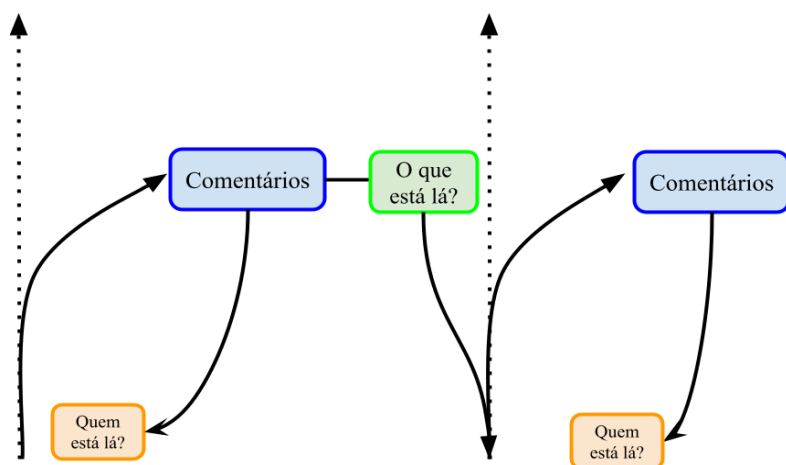
Medidas estatísticas	
Grau	Medida de centralidade que apresenta quantas conexões foram feitas com o nó (Recuero, 2017).
Closeness	Esta representa o quanto um determinado nó está “próximo” dos demais (RECUERO, 2017), calculando o tamanho do esforço pelo qual o nó precisa fazer para alcançar outros nós (CHERVEN, 2015).
Eigenvector	Medida que assinala nós que estão altamente conectados com outros nós e que também estão altamente conectados, ou seja, com alto grau (CHERVEN, 2015; RECUERO, 2017).
Betweenness	Esse valor assinala aqueles que podem atuar como filtro na rede e que são capazes de fazer uma a passagem do fluxo de informação entre clusters (RECUERO, 2017).
Modularidade	Medida que auxilia no encontro de <i>clusters</i> formados pela rede rastreada (Cherven, 2015).

Fonte: Os autores.

Para a construção do grafo, seguimos o fluxo de ação ilustrado na figura 1. Em algum momento do espaço-tempo um comentário surge no grupo; esse comentário é o rastro que indica que houve uma ação de algum membro. Para entender que tipo de ação o membro se propunha com aquele comentário o lemos e adicionamos a ele uma codificação. A partir desse comentário é que observamos quem o postou e codificamos qual diferença aquele membro tentava causar na comunidade. Por último, tomamos o conteúdo dos comentários/*post* para identificarmos quais eram as entidades representadas pelos comentários feitos na comunidade. Em resumo, na Figura 2.1, um comentário/*post* é feito. A partir desse comentário temos o rastro da

ação que retira um usuário do anonimato e o faz participante da comunidade, no qual os codificamos pela ação feita¹². Não o bastante, é também dos comentários que se extraem quais entidades fazem parte do grupo, o que permite a outro usuário produzir um novo comentário em relação ao seu antecessor.

Figura 2.1: Fluxo de ação que resulta nos usuários, em laranja, comentários, em azul, e, substantivos, em verde.



Fonte: Os autores.

Como a quantidade de dados é volumosa, utilizamos um filtro para que aquilo que fosse mais relevante na rede se tornasse evidente. Para isso, elegemos um conjunto de nós que apresentam um valor de grau igual ou superior a 100, de modo a selecionar os nós mais

¹² Importante salientar que para que o usuário exista na comunidade digital toda uma rede de cabos, antenas, dispositivos digitais, pacotes de dados, plataforma, algoritmos, turbinas hidrelétricas, chuvas entre outras entidades devem ser arregimentadas para que o usuário se faça usuário. Por razões de limitação do campo e de decisão de pesquisa essa rede não é aqui capturada, mas a sua mediação precisa ser assinalada.

influentes na rede. O mesmo número de atores que foram contabilizados para a medida de grau também foi ordenado para as outras medidas. Entretanto, nem sempre os actantes que aparecem na listagem de uma medida aparecem em outras. O que abre espaço para novas entidades comporem com suas ações o nosso inventário.

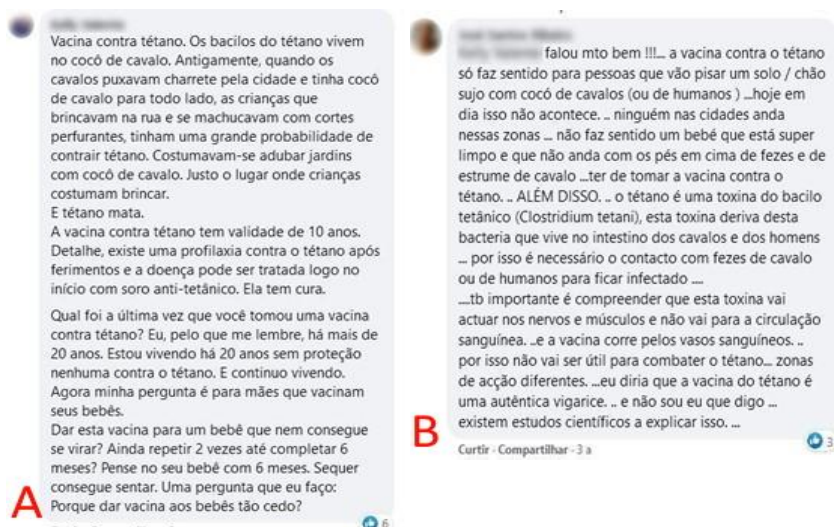
É o caso do actante Cidade, esse, não aparece na listagem dos valores de grau, *closeness* e *eigenvector*, porém aparece em *betweenness*. Dessa forma, nos é indicado que sua ação é preferencialmente por estruturar algo ao restante da rede. Neste escrito, portanto, vamos focar nesse algo.

Comunidade antivacina: uma condescendência aos não humanos como resposta à negação vacinal

Na rede rastreada, ao buscarmos pelos comentários que relacionam ao actante Cidade obtemos ao menos duas ações. A primeira auxilia os membros do grupo no testemunho de situações vivenciadas no perímetro urbano onde vivem e transitam. Isto é, localizá-los. Essa é uma ação esperada para esse ator, por isso não procuramos evidenciá-la com recortes nesse texto.

Contudo, há outra ação do actante *Cidades* que nos é valiosa. Na figura 2.2A, por exemplo, um membro da comunidade antivacina argumenta contra a vacinação preventiva ao tétano. Sua postura parte do pressuposto de que a doença está relacionada com as fezes de equinos que viviam e transitavam pelas cidades em um período antigo e, dessa forma, o contato com a bactéria que causa a doença seria facilitado. Além disso, o membro salienta que a vacina é dispensável, pois, segundo ele, há uma maneira profilática de se lidar com a doença que não a vacina. Isto é, a aplicação do soro antitetânico. Já na figura 2.2B, o mesmo enunciado que relaciona as condições higiênicas das cidades em tempos passados com a facilidade em contaminação por tétano se repete. Além disso, o membro da figura 2B salienta que enquanto a toxina causadora do tétano atua nos nervos e nos músculos e a vacina atua na corrente sanguínea, portanto, por atuarem em diferentes segmentos do corpo não haveria prevenção à doença pela vacina.

Figura 2.2A e B: Comentários extraídos do fluxo de postagem da comunidade antivacina no *Facebook*.



Fonte: Os autores.

Uma maneira de se posicionar frente a essas percepções é chamar atenção para a imprecisão relacionada aos fatos que os membros da comunidade enunciam. Contudo, não é este o caminho que queremos tomar. Para nós, no caso relatado, só é permitido aos membros da comunidade se postarem contra a prática vacinal do tétano, pois há um processo de higienização do entorno em que vivem que os possibilita a conjecturar que a vacina é irrelevante. Isto é, os membros da comunidade antivacina que se posicionam dessa maneira estão alocados em uma realidade em que não há a produção de altos índices de tuberculose devido a aproximação de casas que formam os bicos de favela (Ribeiro, 2023) e que o índice da população atendida por saneamento básico chegará somente a 68% devido a um novo programa proposto pelo governo (Zaparolli, 2023). Portanto, se para Latour (2020) o habitante e o habitat são coproduções entre si, no caso analisado, só há um habitante antivacina, pois as tecnologias sanitárias assim os autorizam a pensar.

Esse distanciamento acaba por nos desviar para outras duas percepções. A primeira, é o membro da comunidade que pretere a vacina ao justificar que a sua atuação acontece em partes diferentes

do corpo de onde age a doença. Isso nos parece um entendimento oriundo do ramo das ciências fisicalistas em que o corpo humano é montado tal qual uma máquina. Diante disso, se uma parte dessa máquina apresenta problema, é exigido apenas algo que aja exatamente naquela parte para resolver o infortúnio. Essa sensação nos distancia duplamente dos membros da comunidade. Pois, como postulamos, o corpo não é algo isolado, pelo contrário é algo distribuído, associado e produzido com os entes que o cercam. Além disso, para os membros da comunidade até mesmo a noção de um corpo comunicante não existe, pois suas “peças” não se associariam. Portanto, precisamos nos postar em alerta para práticas pedagógicas que possam contribuir para que tais sensibilidades sejam perpetuadas.

É para a noção de corpo isolado que vamos nos voltar agora. Pois, se os membros da comunidade entendem que o soro pode ser uma maneira de resolver a controvérsia na qual se imbricam humanos e microrganismos, a noção de um corpo disjunto enfraquece. Dado que, à maneira que um soro é administrado e começa a agir no corpo é semelhante à vacina, isto é injetável. Além disso, a opção por fazer o tratamento da doença com o uso do soro antitetânico adere um produto que também é semelhante a produção da vacina, ambos seguem os preceitos de rigor do trabalho científico.

Dessa maneira, se desenrola a segunda percepção. Embora a loucura que descrevemos seja percebida diante das mutações climáticas, aquela que se apresenta na comunidade antivacina não. Contudo, estamos diante de uma mesma situação, isto é, uma relação ecológica. Ou melhor, uma situação de controvérsia ecológica. Pois, se nas mutações climáticas, o homem torna-se subordinado às forças da Terra e enlouquece se recusando a cuidá-la, na comunidade antivacina o que ocorre é o habitante, humano, tornando-se habitar do outro, o microrganismo, e buscando formas de negar essa transformação.

Baseada na loucura da loucura, pois primeiro os membros da comunidade negam, depois querem dominar, a motivação para se propor o soro como uma solução para a doença de tétano é a mesma que ampara o uso de tecnologias sanitárias para substituir árvores e prescrever comportamentos saudáveis a uma determinada população. Pois os membros da comunidade negam a vacina em favor

de uma maneira românica de condescendência para lidar com a bactéria. Logo, ao invés de humildade e dedicação, há golpes de força por aplicações técnicas que demonstram a ausência de conforto em se partilhar um território com os não humanos.

Isso posto, as árvores continuam morrendo em Paris e as pessoas continuam contraindo tétano¹³. Por isso, destacamos a importância do estabelecimento ou da reafirmação de “dispositivos diplomáticos” (Viana; Araújo; Coutinho, 2022) os quais colocam humanos e não humanos em processo de mediação para as contendas que os atam. No caso dos antivacina, esse dispositivo é a própria vacina, pois sua ação aposta em uma preparação do corpo para receber o contato do patógeno. Por isso, não estamos tentando dominar ou eliminar a sua existência, mas reconhecemos que estamos atados ao mundo e aos outros seres que nele habitam. Além disso, no caso dos microrganismos, ao vacinarmos, entendemos que fazemos parte da vivência de alguns desses seres de modo que nossos corpos sejam um importante ponto de passagem para sua continuidade¹⁴. Dito de outra maneira, somos parte de seu habitat. Portanto, o ato de se vacinar é o retorno da condescendência à maneira latina. Ao invés de uma postura de dominância, a vacinação é um abraçar o mundo.

Considerações Finais

É preciso atentarmos para o ensino do conhecimento científico como uma construção coletiva, com o cuidado de não o relativizar, já que uma vez feito pode municiar os movimentos negacionistas a denunciarem uma suposta falsidade na composição deste saber (Vilela; Selles, 2020). Afinal, a ciência busca uma verdade, mas uma verdade que é debatida, provisória e constantemente colocada à prova por questionamentos (Caruso; Marques, 2021; Sena Júnior, 2019).

¹³ Embora seja uma doença com baixo número de ocorrências, dados preliminares do Ministério da Saúde brasileiro apontam para uma taxa de mortalidade de 27%. Tal taxa é considerada alta, em relação a taxa de mortalidade mundial, que é de 10% (SIM/SINAN/SVSA/MS, 2024).

¹⁴ Tanto o é que a vacinação não erradica os outros seres que com a diminuição da vacinação para sarampo, novos casos voltaram a surgir (CONASEMS, 2024). Isto é, o vírus continua a circular, apenas não manifesta clinicamente.

Tal verdade não se estabelece por fatos universais, que visam sobrepujar outros (Caruso; Marques, 2021), mas é fundamentada e estabilizada por um processo histórico que a força a vencer desafios propostos pelo cotidiano (Costa, 2021). Portanto, o Ensino de Ciências necessita de abordagens metodológicas capazes de refletir sobre o conhecimento científico, no qual a dúvida não o desqualifica, mas faz parte do seu processo contínuo de entendimento da realidade (Vilela; Selles, 2020).

Isso posto, há uma implicação na produção de um entendimento que seja localizado em um contexto (Morel, 2021a, 2021b; Venturi; Mohr, 2021) e interessado econômica, cultural e socialmente (Vilela; Selles, 2020). Tal postura possibilita aos resultados do conhecimento científico serem “traduzidos, pensados e problematizados mediante as diferentes realidades e serve como uma forma de combater o negacionismo, pois atua justamente na tentativa de superar o distanciamento entre [...] as diferentes realidades da população.” (Morel, 2021a, p.45).

Romper essa distância é promover práticas de alfabetização científica que mais do que ensinar sobre o acesso à ciência e a seu fazer, se preocupam com o empoderamento político-social justificado por evidências científicas (Bartelmebs; Venturi; Sousa, 2021). Isso permite a apreciação de valores favoráveis à vida coletiva, já que se preocupa mais com as diferentes realidades, do que com uma pretensa precisão conceitual. A proposta de Venturi e Mohr (2021) e Vilela e Selles (2020) para essa alfabetização é aproximar a produção científica do conceito de democracia. Desta perspectiva, os alunos atuam de forma política frente a problemas reais e contribuem para a reflexão sobre o conhecimento como produção humana, posicionando-se contra ou a favor de políticas públicas e/ou atividades privadas que venham contribuir ou não para a sua existência (Layrargues, 2020). Democracia essa que não apenas inclui a diversidade das manifestações humanas, mas também inclui as necessidades reivindicadas pelos não humanos, como vimos no caso das árvores e da bactéria tetânica. Por meio desta perspectiva objetiva-se arregimentar aprendizes envolvidos em uma contribuição democrática alicerçada com e pelo conhecimento científico que valoriza a diversidade de realidades e meios de vida. O que nos faz perceber, portanto, que o campo da Educação está engajado em uma

manutenção do mundo. Negar isso, em primazia a uma neutralidade técnica do ensino, é negar a existência de um conflito entre realidades.

Agradecimentos

Gabriel Menezes Viana é grato ao apoio financeiro concedido pela Fapemig. Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade e pelo apoio financeiro.

Referências

BARTELMEBS, Roberta Chiesa; VENTURI, Tiago; SOUSA, Robson Simplicio de. Pandemia, negacionismo científico, pós-verdade: contribuições da Pós-graduação em Educação em Ciências na Formação de Professores. **Revista Insignare Scientia - RIS**, [s. l.], v. 4, n. 5, p. 64–85, 20 ago. 2021. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i5.12564>.

BASTIAN, Mathieu; HEYMANN, Sebastien; JACOMY, Mathieu. Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks. **Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 361–362, 19 mar. 2009.

CARUSO, Francisco; MARQUES, Adílio Jorge. Ensaio sobre o negacionismo científico em tempos de pandemia. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 11, p. 1–17, 23 ago. 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19538>.

CHERVEN, Ken. **Mastering Gephi network visualization**: produce advanced network graphs in Gephi and gain valuable insights into your network datasets. Birmingham: Packt Publishing, 2015(Open source: Community experience distilled).

COSTA, Otávio Barduzzi Rodrigues da. Onde estamos? Considerações sobre a modernidade, negacionismo, ciência e a Covid-19. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, [s. l.], v. 3, n. 8, p. 22–35, 17 jul. 2020. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3940709>.

- COSTA, Helton Messini. Educação, ciência e verdade em tempos de “miséria do saber”. **Educação em Revista**, [s. l.], v. 22, p. 137–156, 22 dez. 2021. <https://doi.org/10.36311/2236-5192.2021.v22esp2.p137>.
- DUARTE, André de Macedo; CÉSAR, Maria Rita de Assis. Negação da Política e Negacionismo como Política: pandemia e democracia. **Educação & Realidade**, [s. l.], v. 45, 11 jan. 2021. DOI 10.1590/2175-6236109146. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/edreal/a/DsjZ343HBXtdVySJcgmX3VS/?lang=pt>. Acesso em: 28 fev. 2023.
- LATOUR, Bruno. **Diante de Gaia**: oito conferências sobre a natureza no Antropoceno. São Paulo: Ubu Editora, 2020.
- LAYRARGUES, Philippe Pomier Pomier. Manifesto por uma Educação Ambiental Indisciplinada. **Ensino, Saúde e Ambiente**, [s. l.], p. 44–88, 4 jun. 2020. <https://doi.org/10.22409/resa2020.voio.a40204>.
- MOREL, Ana Paula Massadar. Educação Popular em Saúde e Descolonização em Tempos de Negacionismo. **Reflexão e Ação**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 41–56, 26 jul. 2021a. <https://doi.org/10.17058/rea.v29i2.16008>.
- MOREL, Ana Paula Massadar. Negacionismo da Covid-19 e educação popular em saúde: para além da necropolítica. **Trabalho, Educação e Saúde**, [s. l.], v. 19, p. 1–14, jan. 2021b. <https://doi.org/10.1590/1981-7746-sol00315>.
- RANKOVIC, Aleksandar. Exploring Trees, Soils, and Microbes in the Streets of Paris. **Critical Zones: The Science and Politics of Landing on Earth**. Cambridge: MIT Press, 2020.
- RIBEIRO, Geraldo. Rio é a cidade brasileira com mais casos de tuberculose registrados no século XXI. **O Globo**, Rio de Janeiro, 21 ago. 2023. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/noticia/2023/08/21/rio-e-a-cidade-brasileira-com-mais-casos-de-tuberculose-registrados->

[no-seculo-xxi.ghml](#). Acesso em: 20 out. 2023.

SENA JÚNIOR, Carlos Zacarias de. Obscurantismo e anticientificismo no brasil bolsonarista: anotações sobre a investida protofascista contra a inteligência e a ciência no brasil. **Cadernos do GPOSSHE On-line**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 21–49, 3 out. 2019. <https://doi.org/10.33241/cadernosdogposshe.v3i1.1987>.

VEIGA-NETO, Alfredo. Mais uma Lição: sindemia covídica e educação. **Educação & Realidade**, [s. l.], v. 45, p. 1–20, 11 jan. 2021. <https://doi.org/10.1590/2175-6236109337>.

VENTURI, Tiago; MOHR, Adriana. Panorama e Análise de Períodos e Abordagens da Educação em Saúde no Contexto Escolar Brasileiro. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), [s. l.], v. 23, p. 1–25, 30 ago. 2021. <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230121>.

VIANA, Gabriel Menezes; ARAÚJO, Rodolfo Dias de; COUTINHO, Francisco Angelo. Notas para atitudes diante de uma situação de guerra contra os negacionistas e de diplomacia com o Sars-Cov-2. **CTS em Foco**, [s. l.], v. 2, p. 57–62, 2022.

VILELA, Mariana Lima; SELLES, Sandra Escovedo. É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo científico? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 37, n. 3, p. 1722–1747, 16 dez. 2020.

ZAPAROLLI, Domingos. Expansão programada. **Valor Econômico**, São Paulo, 20 out. 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/publicacoes/especiais/saneamento/noticia/2023/10/20/expansao-programada.ghml>. Acesso em: 20 out. 2023.

Rodolfo Dias de Araújo
Francisco Ângelo Coutinho
Bruno Francisco Melo Pereira
Geane Carvalho Alzamora

EDUCAÇÃO EM UMA LÓGICA TRANSMÍDIA: EVENTOS EXTREMOS NA ZONA CRÍTICA



As inundações afetam a vida de milhões de pessoas em todo mundo (Marengo *et al.*, 2024). Os humanos aprenderam ao longo de gerações a conviver com o aumento da vazão dos rios e ribeirões (Wollman, 2014). São vários os relatos de obras de mitigação e regulamentações sobre o uso das margens de rios em todo mundo, onde a ação humana alterou o curso, a vazão e interferiu nos ciclos de vida daqueles que compartilham o rio como morada. Em cada canalização, barreira de contenção, avenida sanitária, criamos um mundo onde as águas foram contidas. E isso funcionou, como grande parte das maquinações modernas.

As maneiras como temos construído nossa existência neste mundo se relaciona diretamente com as infraestruturas que os europeus forçaram em diversos países do mundo, pelo sistema de exploração colonial. Estas infraestruturas, na perspectiva apontada por Anna Tsing (2020), vão além das obras, envolvendo também instituições, linguagens e maneiras de ocupar os territórios e se relacionar com os demais viventes nestes territórios. Actantes poderosos, estas infraestruturas são invisibilizadas no dia a dia das sociedades modernas ao tornam-se “naturalizadas”. Bruno Latour (2020a) aponta que um bom momento para estudarmos aquilo que sustenta as relações forjadas pelos seres técnicos em nosso dia-a-dia acontece quando ocorre uma “pane” (idem, p.43).

Contudo, a emergência de Gaia nos faz ver que aquilo que julgávamos inerte está pleno de potência de agir (Latour, 2020b, p.11). Estes mesmos rios têm se levantado e agido, graças ao aumento do volume de chuvas que o Novo Regime Climático (NRC) traz ou à falha dos intrincados sistemas de controle de vazão. Entendemos que ao agir, os rios resgatam a própria dignidade ontológica, invisibilizada pelo soterramento e pela ocultação promovidas nas cidades (Kortelainen, 1999). Eles sempre agiram, mas escolhemos viver na ilusão de que poderíamos controlar suas ações.

O caso específico das enchentes que acometeram no estado do Rio Grande do Sul (RS), ao longo dos meses de abril e maio de 2024, são um exemplo de como as atividades humanas podem ser impactadas pelas mutações climáticas que temos provocado. Ao mesmo tempo nos permite rastrear como a enchente emerge como

um actante¹⁵ feral (Tsing, 2020), que se aproveita da falha das infraestruturas – sistemas de drenagem, eclusas, casas de bombeamento, muros de contenção e comportas – para se espalhar pelas cidades e mobilizar outras redes sociais.

Na Educação em Ciências temos buscado implementar propostas em que as discussões acerca das tecnologias, das práticas e das ciências sejam encarados não como esferas da sociedade, mas como elementos constituintes do nosso mundo. Caminhamos no sentido da proposta de Humanidades Científicas (Latour, 2020a), e conforme nossa apropriação descrita na introdução desse livro, em uma perspectiva transdisciplinar, onde rastreamos os actantes sem nos determos nas fronteiras disciplinares (Coutinho et.al., 2022).

Por isso, compreender como os extremos climáticos criam possibilidades de aprendizados que não estejam diretamente vinculados ao ambiente escolar tradicional é parte daqueles temas sobre os quais temos nos debruçado. Somente no Brasil tivemos mais de um milhão de estudantes que foram prejudicados em seu acesso à educação por eventos extremos ao longo do ano de 2024. A principal causa das interrupções foram inundações (UNICEF, 2025). Contudo, já no início deste ano uma onda de calor prejudicou também os estudantes do Sul do país, atrasando o início das aulas em quase quinze dias (Pinto, Nery, 2025). Estes momentos de afastamento não significam que os estudantes não aprendem nada: somente indicam que eles não têm acesso à escola. As trocas de informação pelas redes sociais continuam em funcionamento.

O objetivo da pesquisa que apresentamos aqui é identificar o que se aprende sobre as enchentes ao analisarmos as redes digitais sociais durante os eventos climáticos extremos, quando as infraestruturas falham. Não é nossa intenção discutir aqui as ações – ou inações – que levaram ao evento, mas como duas plataformas de

¹⁵ São todos os seres que agem nas diversas situações que estudamos. Não somente aqueles que estão vivos, mas todos aqueles que também levam os viventes a agir.

redes sociais¹⁶ específicas informam – ou desinformam – sobre o evento, enquanto ele acontece.

Rastreado o actante “enchente” nestas redes sociais digitais foi possível compreender algumas ações que seriam interessantes levar a cabo na educação.

Nossa opção por rastrear as comunicações nas plataformas de redes sociais se deve ao fato de que nossos estudantes têm se informado cada vez mais pela mediação destas redes. Neste processo, estudos recentes têm indicado que tais plataformas estão sendo utilizadas na construção ativa de informação e de desinformação (Ribeiro et al., 2025). Nosso grupo de pesquisa tem construído análises sobre como as redes sociais digitais podem informar pesquisas relacionadas à Educação em Ciências (Viana, Araújo, Coutinho, 2023) e entendemos que esta discussão pode ser ampliada. Antes de prosseguirmos, vamos deixar algumas anotações sobre transmídia e educação, desde nossa perspectiva.

Aportes do Campo Transmidiático para a Educação em Humanidades Científicas na Zona Crítica

Como vimos na introdução deste livro, o objetivo maior da nossa proposta é pensar possibilidades educacionais em Humanidades Científicas tomando como referência a conjunção de fenômenos que passou a ser nomeada de Antropoceno. Para tanto, como foi indicado, escolhemos nos apropriar da ideia latouriana de aterramento, que aponta para a necessidade existencial e etológica de nos atermos ao curso de ações que ocorrem na Zona Crítica. Com isso, estamos explicitamente nos referindo à exigência de pensarmos os processos educacionais a partir do lugar que habitamos, no sentido da extensão de nossos vínculos (Latour, 2021).

¹⁶ Neste capítulo lançamos mão do termo plataformas de redes sociais ao tratarmos das duas que rastreamos – Instagram e TikTok. Usamos o termo “redes sociais digitais” quando falamos de maneira ampliada, incluindo outras formas de comunicação pelos meios digitais.

Para construirmos um ponto de referência para os procedimentos necessários à elaboração desta proposta, foi dito, também na Introdução, que devemos considerar as assembleias de viventes e não viventes a partir dos chamados “Observatórios da Zona Crítica”. Neste capítulo propomos tomar as plataformas de redes sociais como oportunidades de observação da Zona Crítica.

Aqui estamos adentrando um terreno ainda em exploração e que, portanto, exige uma locomoção cautelosa. Embora as relações entre educação e comunicação sejam bastante antigas e já exploradas com bastante êxito, gostaríamos aqui de explorar estas relações juntamente com a proposta de Latour de Humanidades Científicas. Se considerarmos ainda que este projeto se apropria da concepção de Observatório de Zona Crítica, a situação reclama ainda mais elucidação. Dito isso, vejamos, pelo menos em linhas gerais, a composição de nossas intenções.

O aumento das tecnologias de comunicação e dos meios de propagação da informação no mundo contemporâneo é um fenômeno que tem impacto profundo na vida dos indivíduos e das sociedades, exigindo atenção da área de educação. Além disso, de nossa perspectiva, aqui vale proferir o mesmo que Latour (2016, p. 10) disse a respeito dos jornais: estes meios nos permitem uma leitura atenta da atualidade e, por meio deles, encontramos os rastros das questões de interesse, da proliferação de híbridos e das ontologias múltiplas. É nesse sentido, portanto, que tomamos estes meios de comunicação como um Observatório da Zona Crítica.

Obviamente, o estabelecimento desse observatório pode ser feito a partir de qualquer um dos meios midiáticos disponíveis. Porém, no caso específico deste capítulo, vamos recorrer ao TikTok e ao Instagram. Esta escolha se deu por serem hoje as duas maiores plataformas de redes sociais em atuação no nosso país. Segundo levantamento realizado pela Comscore sobre consumo midiático em 2024, o Brasil é o país que mais consome informações em redes sociais online na América Latina. O Tik Tok concentra 75% do total de interações com notícias nas plataformas, seguido pelo Instagram, com

20%¹⁷. Além disso, ambas permitem o compartilhamento de produções audiovisuais, o que diminui os riscos envolvidos com a análise dos temas e narrativas das postagens. As reações e discussões provocadas pelas postagens seguem uma lógica semelhante, o que permite identificar também as relações dos produtores de conteúdo e daqueles que os consomem. Diante disso, estamos examinando aquilo que é nomeado de comunicação transmídia, termo que foi definido como uma história que

“(...) se desenrola através de múltiplos suportes midiáticos, com cada novo texto contribuindo de maneira distinta e valiosa para o todo. Na forma ideal de narrativa transmidiática, cada meio faz o que faz de melhor (...)” (Jenkins, 2008, p. 135 apud Alzamora; Tárzia, 2012).

Com base nessa perspectiva conceitual, Scolari (2009) propõe compreender “narrativa transmídia” como uma estrutura que se expande tanto em termos de linguagens (verbais, icônicas, textuais etc.) quanto de mídias (rádio, televisão, internet, celular, games, quadrinhos etc).

Porém, não basta uma análise do que ocorre em uma mídia ou outra. Evidentemente, por possuir recursos técnicos e especificidades semióticas próprias, estas mídias produzem narrativas diferentes. Elas vão além e se articulam em uma lógica que diz respeito à interação pretendida entre consumidores, produtores e textos nas conexões digitais, a que Jenkins (2016) vai chamar de “lógica transmídia”. Ele avalia que a lógica transmídia permeia o modo pelo qual a sociedade contemporânea se informa, aprende, produz e compartilha conhecimento. Por causa disso, impacta em concepções tradicionais de produção de conhecimento, como jornalismo (jornalismo transmídia) e educação (educação transmídia).

Se o “objetivo maior da nossa proposta é pensar possibilidades educacionais em Humanidades Científicas”, o recorte empírico das enchentes no Rio Grande do Sul demonstra o modo pela qual a ação

¹⁷ <https://www.poder360.com.br/poder-midia/brasil-e-o-pais-que-mais-consome-noticias-pelas-redes-sociais/>

coletiva em conexões digitais, regida pela lógica transmídia, elege o que deve ser coletivamente considerado como prioritário conhecer naquele contexto de emergência climática. Para Gambarato, Alzamora e Tárzia (2020), ao conformar práticas sociais em conexões digitais, a lógica transmídia incide em mediações institucionais, tecnológicas, semióticas, comerciais, políticas e culturais. Delineia, assim, a ação coletiva de produção, circulação e expansão de conteúdos em conexões digitais, constituindo uma modalidade comunicacional marcadamente transtextual, criativa e polêmica, já que não se orienta pelos cânones tradicionais de produção de conhecimento.

Por fim, ao recorrermos à teoria ator-rede, tomamos um determinado actante como foco e acompanhamos o desenrolar de suas ações na mídia posta em atenção. Aqui, a finalidade é descrever as transformações ontológicas do actante e, com isso, termos uma compreensão maior de seus diversos modos de existir. Ao procedermos assim, nossa hipótese é a de que essa estratégia pode contribuir para processos educacionais voltados à compreensão do que ocorre na Zona Crítica, não em termos do que sabemos, mas em termos de qual mundo habitamos. Como efeito transversal de nossa proposta, podemos também ponderar sobre os resultados no letramento midiático, entendido como a “capacidade de acessar, de compreender e de avaliar criticamente diferentes aspectos da mídia e dos conteúdos da mídia e de criar comunicações em uma variedade de contextos” (European Commission, 2007). Esta proposta pode ser sumarizada na Figura 3.1. Vemos, agora, nosso estudo exploratório sobre as enchentes no Rio Grande Do Sul.

Figura 3.1: Esquema da proposta



Fonte: Autores

Construção da Metodologia da Pesquisa

A pesquisa para produção de dados tomou como marco temporal o resgate do cavalo Caramelo, realizado durante o período de chuvas que atingiram o estado do Rio Grande do Sul, entre o final do ano de 2023 e o início do ano de 2024. No dia 8/5/2024, o animal foi registrado se refugiando da enchente em um pequeno telhado. Visto que as imagens do animal ilhado repercutiram causando comoção, foi organizada uma missão de resgate. Dessa maneira, no dia 9/5/2024 uma equipe de veterinários foi até ao local e, após sedar o cavalo, resgatou-o (G1, 2024)¹⁸. Portanto, definimos que o nosso marco temporal é o dia 9/5/2024.

Para a produção de nossos dados elencamos posts feitos em duas plataformas de redes sociais, Instagram e TikTok. Em um primeiro momento, nos aliamos à ferramenta de busca ofertada pelas

¹⁸ <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/09/resgate-do-cavalo-caramelo-entenda-como-animal-foi-retirado-de-cima-do-telhado-no-rs.ghtml>. Acessado em: 03/02/2025.

plataformas digitais e buscamos por resultados ao digitarmos a hashtag¹⁹ “#enchente”. Após os resultados preliminares, escolhíamos os posts que eram anteriores ao nosso marco temporal. Ressaltamos que as nossas escolhas seguiram a ordem em que os conteúdos eram organizados pela plataforma, pois em nenhuma das duas nos era oferecida a oportunidade de organizá-los conforme nossas preferências. Isso exposto, não podemos deixar de especular que a maneira pela qual os conteúdos nos foram apresentados adequa-se a algum interesse das plataformas mencionadas.

Ao todo, nosso conjunto de informações é formado por 20 postagens que se dividem pela metade entre as duas plataformas. Levamos a nossa atenção para duas áreas que compunham as postagens. A primeira é o espaço dedicado a algum comentário feito pelo autor do post e a segunda é o conteúdo do post. Ambos os grupos foram coletados no dia 13/06/2024. Em um segundo momento, além da retirada de algumas informações dos dados, foram propostas algumas categorias. Para essa segunda etapa nos inspiramos no trabalho de Nieto-Sandoval e Ferré-Pavia (2023).

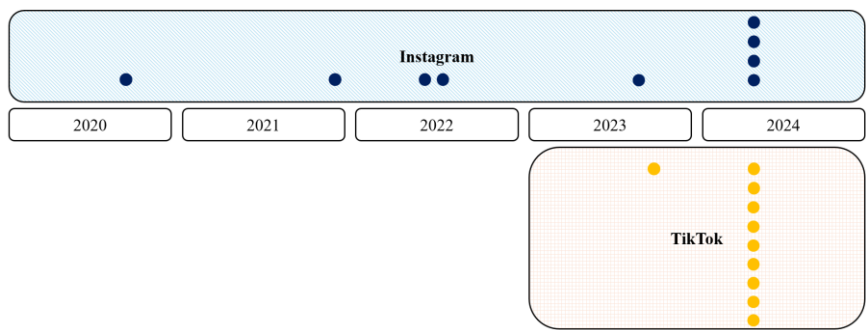
Dessa maneira, estabelecemos esforços em três frentes: a postagem, o perfil autor da postagem e o conteúdo da postagem. Da postagem retiramos as seguintes informações, quando disponíveis: qual a plataforma da postagem, o número de curtidas, comentários, salvamentos, compartilhamentos. Do perfil do autor foram contabilizados, quando disponível: as curtidas, os seguidores e quantos ele seguia. Já a partir do conteúdo da postagem foram categorizados: o tipo de ator que caracteriza o perfil autor, o tema da postagem, a narrativa usada ao transmitir o tema e se havia ou não a presença de fontes da informação.

¹⁹ Utilizada em sites e aplicativos de Mídias sociais, a hashtag, é uma palavra ou frase precedida pelo símbolo # com a finalidade de identificar um tópico específico para as mensagens difundidas nesses meios.

Dados construídos

O primeiro dado que nos chama a atenção é a maneira como se configura o tempo. Enquanto no Instagram, em comparação com o TikTok, o tempo se apresenta como um polígono alongando, no TikTok o comprimento da sua linha é curto, como apresentado na Figura 3.2, na próxima página. Dessa maneira, podemos formular a hipótese de que o algoritmo do Instagram trabalha com aquilo que ele elege como mais importante, enquanto o algoritmo do TikTok mostra o que é relevante no momento da pesquisa.

Figura 3.2: Análise longitudinal das postagens nas plataformas de redes sociais.

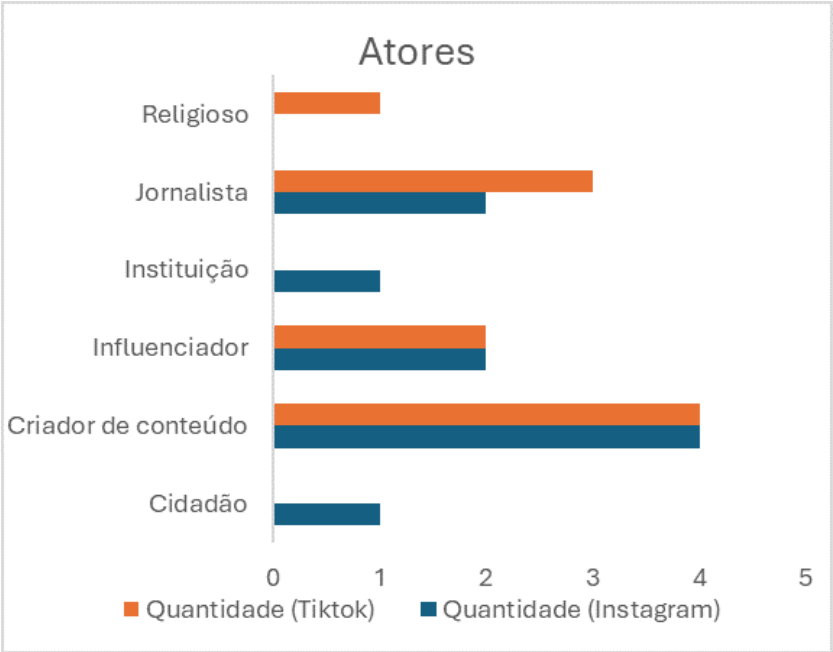


Fonte: Dados construídos pelos autores da pesquisa.

Os atores encontrados formam um total de 6 tipos diferentes, a saber: Cidadão, Criador de conteúdo, Influenciador, Instituição, Jornalista e Religioso, como mostra a Figura 3.3. Desses, Cidadão e Instituição são atores exclusivos do Instagram, enquanto o Religioso é exclusivo do TikTok. Em ambos os casos, eles aparecem por apenas uma vez. Ao aparecer por 4 vezes, o Criador de conteúdo é o ator mais frequente em ambas as plataformas. Esse ator é aquele que fabrica seu conteúdo sem necessariamente usar seu cotidiano, sua imagem, sua voz ou eventos que o cercam como origem para a sua produção. Geralmente, esse ator se aproveita da produção de materiais de terceiros para fabricar o seu conteúdo. Já o ator Influenciador é aquele que aparece na produção de conteúdo. Dessa maneira, descreve o cotidiano em que se insere ou profere julgamentos sobre outras situações utilizando-se de sua imagem e/ou voz. O Cidadão

pode atuar de maneira semelhante ao Criador de conteúdo ou Influenciador, contudo ele não apresenta o número de seguidores²⁰ suficientes para ser classificado como tal. Seguindo o caminho inverso, o Influenciador é menos frequente no Instagram do que no TikTok. Por último, temos o ator do tipo Jornalista que mostra as mesmas frequências que o Influenciador.

Figura 3.3: Tipos de atores encontrados na pesquisa.

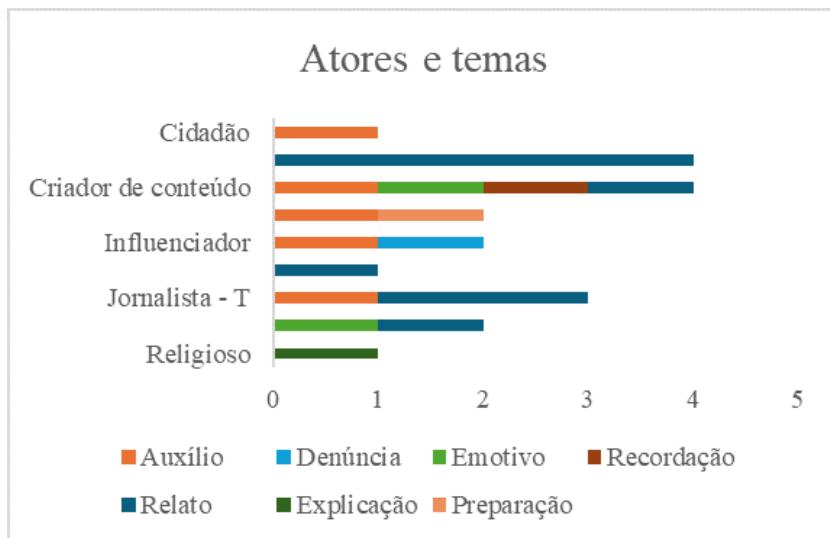


Fonte: Dados construídos pelos autores da pesquisa.

²⁰ Para os autores Nieto-Sandoval e Ferré-Paiva (2023), o critério para diferenciar entre atores categorizados como influenciadores e cidadãos é o seu número de seguidores. Isto é, acima de 500 seguidores é influenciador. Contudo, estatísticas apontam que 49,94% dos usuários apresentam tal quantia localizada em um intervalo de 1001 a 10000 (Moore, 2024), no Instagram, e 1001 a 5000 (Howell, 2024), no TikTok. Portanto, em nosso trabalho optamos por elevar o número de seguidores que identifica um perfil como influenciador para o valor acima de 5000 seguidores.

Na Figura 3.4, é apresentado por qual tema cada ator opta por narrar nas plataformas sociais. O eixo horizontal apresenta a frequência com que cada tema é abordado, já o eixo vertical os atores²¹ rastreados. As cores das barras marcam quais são os temas elencados por eles.

Figura 3.4: Relações construídas entre os temas e os atores



Fonte: Dados construídos pelos autores da pesquisa.

Ao comparar os dados dos atores que são compartilhados entre as plataformas, na Figura 3.4, observamos a seguinte distribuição: enquanto o Criador de conteúdo – T aparece apenas tratando do tema Relato, no Instagram, o Criador de conteúdo aborda o conjunto de quatro temas; são eles: Auxílio, Emotivo, Recordação e Relato. Cada um desses temas é abordado apenas uma vez. Os atores do tipo Influenciador abordam a mesma quantidade de temas, que são dois. Embora ambos tratem uma vez do tema Auxílio, no segundo tema, divergem. O Influenciador fala em Denúncia, enquanto o Influenciador – T fala de Preparação. Por último, o ator Jornalista - T

²¹ Aqueles que apresentam uma letra T a sua frente são aqueles oriundos do TikTok.

aborda os temas Auxílio e Relato, ao passo que no Instagram aborda o tema Emotivo e de Relato. Os atores que são exclusivos de cada plataforma de rede social, o Cidadão e a Instituição, no Instagram, e o Religioso, no TikTok, abordam respectivamente os temas de Auxílio, Relato e Explicação.

Ao se tratar das narrativas, isto é, a maneira com que os temas são transmitidos pelos atores, elas estão elencadas na Figura 3.5 de mesmo modo que a Figura 3.4. Onde as cores mostram os diferentes tipos de narrativas.

Figura 3.5: Relações entre os tipos de narrativas construídas e os atores.

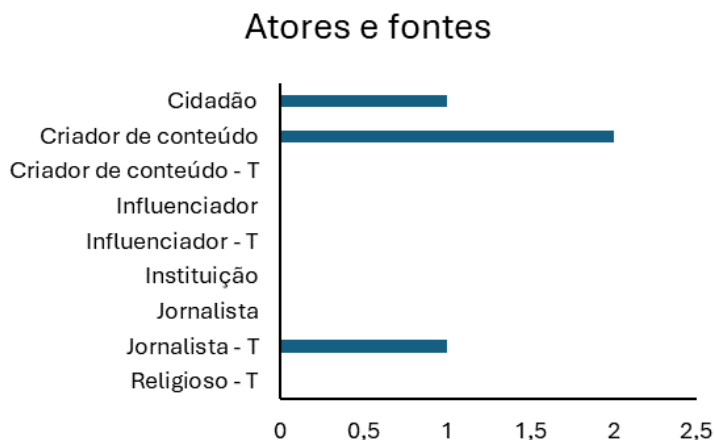


Fonte: Dados construídos pelos autores da pesquisa.

Ao observarmos a Figura 3.5, podemos perceber que atores diferentes, principalmente do TikTok, apresentam predileção em se expressar por duas maneiras, a saber: Registro imagético e Relato pessoal. Além disso, os atores exclusivos de cada plataforma social, isto é, Cidadão e Instituição, no Instagram, e o Religioso, no TikTok, narram suas postagens sobre os temas de Auxílio, Relato e Explicação por meio de narrativas que envolvem Implicação social, Fé e Punição, respectivamente. Ao voltarmos nossa atenção para os atores que são compartilhados entre as plataformas temos que: O Criador de conteúdo narra seus temas por meio da Implicação social e do Informativo, em contraste com o Criador de conteúdo – T, que fala por meio de Relatos imagéticos e Relatos pessoais. Quem também usa da narrativa do tipo Implicação social são os atores Influenciadores e Influenciadores – T. Contudo, enquanto aquele adiciona mais uma estratégia, a Emotiva, este, adiciona outra, o Relato pessoal. Por fim, os atores Jornalistas compartilham a narrativa por Registro Imagético e a Informativa. Além dessas, o Jornalista – T adota o Relato pessoal como uma de suas narrativas.

Por último, investigamos se os atores presentes nas plataformas de redes sociais que falavam sobre a #enchete mencionavam fontes de suas informações. Quanto ao conceito de fonte, o tratamos de maneira mais geral possível, isto é, sem restringi-lo a um texto científico, ou da imprensa tradicional, ou alguma comunicação oficial (seja privada, ou pública). A Figura 3.6, mostra o resultado desse levantamento. É possível perceber a pouca preocupação por parte dos perfis em se associar com uma fonte, mesmo tratando-a de maneira tão abrangente como fizemos.

Figura 3.6: Relações entre as fontes de informação e os atores rastreados nesta pesquisa.



Fonte: Dados construídos pelos autores da pesquisa.

O que emerge dessas categorias?

Vamos direcionar nossa atenção para três efeitos que surgiram do rastreamento de categorias descrito anteriormente. Primeiro, a importância dada ao tema Relato; segundo, a atuação dos Influenciadores; e, terceiro, a combinação de atores, temas e narrativas que fazem surgir a religião em nossos dados.

Um ator Jornalista, do Instagram, produz uma postagem sobre a situação vivida pela cidade de Lagoa dos Patos, no Rio Grande do Sul, Figura 3.7. Segundo o texto informativo, a Defesa Civil e os Bombeiros seguem no monitoramento dos arroios e sangas da cidade. Além disso, a Defesa Civil recomenda, segundo o jornal, que os moradores tenham cautela ao saírem de casa. A peça midiática que ilustra o post é um vídeo que mostra um sobrevoo pela cidade com ruas alagadas.

Figura 3.7: Um *post* do ator Jornalista sobre a situação das enchentes no (RS).



Fonte: Instagram.

Ainda no Instagram, um outro relato é capturado, Figura 3.8. Neste caso, a postagem é um *repost*²² de um Criador de conteúdo que apresenta um outro perfil, identificado como @taiomolgrau, como fonte do post original. O texto que acompanha esse post clama para que a peça midiática seja compartilhada, caso o leitor conheça alguém que esteja trabalhando em auxílio das pessoas durante as enchentes no Rio Grande do Sul (RS). A peça midiática é um vídeo feito em uma condição de luz precária, com um homem jovem, branco, que relata saber de episódios de violência que estão acontecendo durante as enchentes do RS. Segundo ele, há assaltos e disparos de armas de

²² O *repost* é uma forma de se comunicar que envolve aproveitar o *post* já produzido e compartilhá-lo em seu perfil próprio.

fogo. O homem que aparece no vídeo pede por cautela, caso as pessoas se dirijam para o RS e termina o vídeo com a seguinte frase “isso não é fake, é verdade”. Apesar desta postagem apresentar uma fonte, o perfil @taiomolgrau, ela não agrega credibilidade, pois é uma página que se descreve como “de humor”. O que desperta o interesse na comparação entre esse post e o anterior, é que apesar da narrativa de ambos serem de informação, uma procura passar a informação por texto e a segunda prefere o formato de vídeo. Além disso, a primeira tende a parecer formal, enquanto a segunda apresenta um gênero informal de educação. Além disso, em ambas as postagens não existe qualquer reflexão sobre os motivos que podem ter contribuído para a situação das enchentes.

Figura 3.8: Um criador de conteúdo faz *repost*.

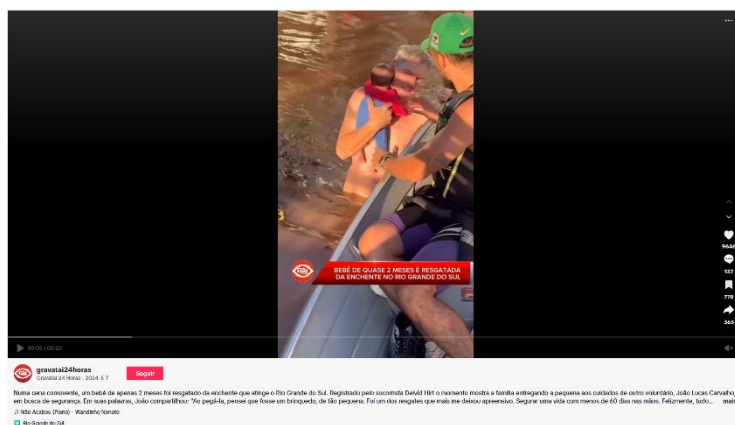


Fonte: Instagram.

A estratégia de *repost* não é só adotada por perfis do Instagram, mas também do TikTok. Por exemplo, um perfil Jornalístico repostou

um relato de um socorrista chamado Deivid Hirt, Figura 3.9. No vídeo que acompanha o post, é mostrado o momento em que um bebê de 2 meses é entregue ao socorrista, provavelmente pelo pai, que chega de barco. O texto que acompanha o post narra que o vídeo é um regaste de uma criança de 2 meses durante as enchentes do Rio Grande. O texto do ator Jornalista traz as aspas de um segundo socorrista que fez as filmagens e, segundo ele: “Ao pegá-la, pensei que fosse um brinquedo, de tão pequena. Foi um dos resgates que mais me deixou apreensivo. Segurar uma vida com menos de 60 dias nas mãos. Felizmente, tudo correu bem com essa família. Conseguimos resgatá-los. Não podíamos permitir que essa preciosidade esperasse por transporte, algo que as autoridades não conseguiram fornecer”. Há uma inserção de música com notas agudas. Portanto, a atividade de resgate feita por terceiros se apresenta como uma oportunidade para valorizar uma ação individual em uma dada realidade em face de uma ineficiência dos agentes estatais.

Figura 3.9: Ator jornalístico relata resgate.



Fonte: TikTok.

Em um outro post, um perfil Criador de conteúdo escreve um texto no qual diz que o RS pede socorro Sua peça midiática, um vídeo, se expõe como uma montagem de diversos outros vídeos que não foram produzidos pelo perfil autor da postagem e relatam acontecimentos durante as enchentes no Estado gaúcho, Figura 3.10. Há cortes que mostram um cão tentando se salvar da enchente,

equipes de resgate trabalhando e imagens aéreas das cidades com ruas alagadas. Assim como o primeiro descrito anteriormente, todas as imagens estão sob uma trilha sonora que lembra um piano em notas agudas²³. Contudo, a de se fazer um adendo: Uma das inserções feitas na montagem do vídeo são imagens aéreas de uma cidade alagada no Cazaquistão. Um rastro que nos permite identificar essa origem é a arroba do autor das imagens que aparece logo abaixo no vídeo. Portanto, todas as outras imagens de registros da cidade têm a sua credibilidade posta sob suspeita.

Figura 3.10: Montagem no TikTok feita por criador de conteúdo.



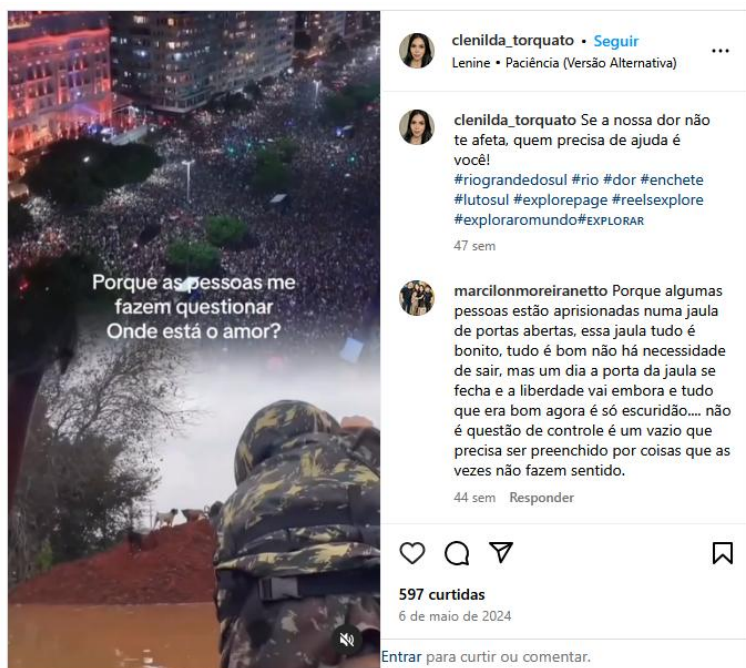
Fonte: TikTok.

Sobre os atores Influenciadores, vamos nos ater a dois deles. Um do Instagram e outro do TikTok. São os atores que trazem temas singulares, isto é, Denúncia e Preparação, respectivamente.

²³ O que para mim, autor dessa seção de trabalho, causou uma comoção. Com se a nota aguda, despertasse um certo sentimento de dor, desolação e tristeza.

Coincidentemente, os dois perfis são femininos e ambos parecem destacar a atividade materna nas redes sociais digitais. O perfil do Instagram, escreve em seu post a seguinte frase “Se a nossa dor não te afeta, quem precisa de ajuda é você!” (Figura 3.11).

Figura 3.11: Influenciador compara as realidades do show da Madonna, no Rio de Janeiro, com as ações de salvamento no RS.



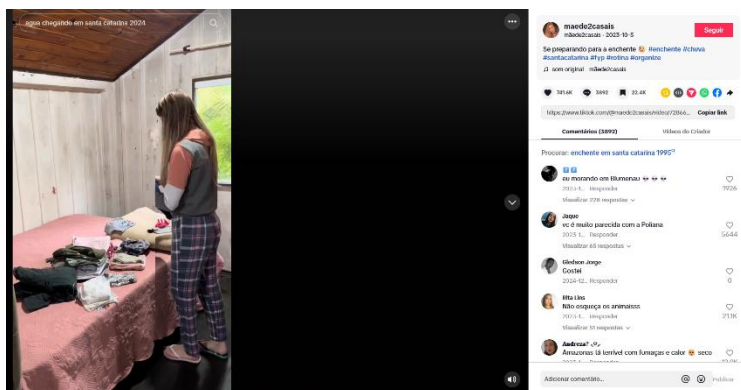
Fonte: Instagram.

O vídeo que acompanha o post é montagem que divide a tela em dois vídeos, estando o vídeo inferior a mostrar supostos esforços de forças de segurança atuando no RS e o vídeo superior a mostrar imagens aéreas do show realizado pela cantora Madonna, no Rio de Janeiro, realizado durante as dificuldades causadas pelas enchentes. No vídeo, ainda há uma frase que diz “Porque as pessoas me fazem questionar onde está o amor?”. Deste modo, a postagem combina de maneira simples duas realidades distantes e diferentes. O efeito se assemelha ao que aparece na postagem do socorrista Deivid Hirt no

TikTok, embora aquele relato seja de um ator que fala por uma realidade, este é um ator que aproxima realidades diferentes.

Já a postagem oriunda do *TikTok*, Figura 3.12, se refere a uma postagem do ano de 2023 que não faz referência às enchentes do RS. É um vídeo que tem como um texto adjunto a seguinte frase: “Se preparando para a enchente 🤔”. Já o vídeo mostra a autora do post arrumando a casa, de maneira corriqueira, mas também algumas malas com roupas e pertences pessoais para se deslocar. Isso porque, ela explica, há uma forte chuva prevista para o seu estado, Santa Catarina, e ela avaliou melhor se deslocar de sua residência, pois há um córrego que passa ao fundo. Embora seja um relato pessoal, essa ação não entra em conflito com os agentes estatais, mas sim é feita conforme rotineiramente recomendam as autoridades.

Figura 3.12: O Influenciador se prepara para chuvas fortes.



Fonte: TikTok.

Por último, vamos tratar de algo que apareceu nos dados por vias diferentes. Enquanto no Instagram um post produzido por uma instituição religiosa apresenta um relato das enchentes que atingiram a cidade de Branquinha, no estado da Bahia. No TikTok, um ator Religioso faz a tentativa de lançar uma explicação do porquê as enchentes atingiram o RS.

No post da igreja, Figura 3.13, após filmar e descrever a destruição causada pelas chuvas, o pastor fala no vídeo que há “Um silêncio muito grande... um silêncio que incomoda...”. Logo após, ele detecta a pequenez humana em relação à Natureza ao dizer que “É

desolador ver a força da água...”; “A natureza cobra o seu espaço...”. Contudo, ele clama que “Mas a vida segue e continua...”, e a partir daqui coloca o humano não apenas como frágil, mas também como vítima dos acontecimentos naturais e pede “Que Deus fortaleça aos corações das vítimas da natureza...”. Para o término do vídeo, ele cita uma passagem bíblica na qual Josué estava se preparando para uma batalha e seu exército era de menor número. Dessa maneira, clamou a Deus em auxílio e naquele dia o sol parou e Josué venceu a batalha.

Figura 3.13: Instituição relata a destruição das enchentes em Branquinha, estado de Alagoas.



Fonte: Instagram.

Já a postagem feita no TikTok apresenta uma indagação no texto que a acompanha: “Deus está punindo o Rio Grande do Sul?” (Figura 3.14). A peça midiática é composta em um primeiro momento por imagens aéreas das enchentes do Rio Grande do Sul e, depois, por algumas imagens que aparentam ser produzidas por Inteligência Artificial, que ilustram passagens bíblicas. Uma narração elenca os episódios bíblicos do Dilúvio e da destruição das cidades de Sodoma e Gomorra como punições enviadas por Deus quando a humanidade

se desvia dos passos sugeridos por Ele, como corrupção e violência. A narração complementa que não há questionamentos sobre as chuvas, elas são necessárias, mas sobre o volume intensificado de chuvas. O que percebemos desses relatos é uma necessidade de se entender o humano como alguém à mercê de uma tremenda força que, no post do Instagram, é a Natureza e, no TikTok, é Deus que usa a Natureza como forma de punição. Portanto, uma maneira de controlar tal força é orando para que Deus proteja a humanidade ou agindo de acordo com desígnios de Deus para que ele não se torne irado por meio da Natureza.

Figura 3.14: Ator religioso propõe explicação para as enchentes no RS.



Fonte: TikTok.

Considerações finais

Ao abordar os resultados obtidos por meio do acompanhamento da hashtag #enchete, podemos perceber que há diversos aspectos que reclamam nossa atenção. Assim como circular por um ambiente novo, quer seja ele uma floresta, um campo, ou meio urbano, requer atitudes diferentes, para o meio digital se faz a mesma lógica. É necessário compreender não somente o conteúdo que é abordado, mas como é abordado, por quem e onde, isto é, se atentar para as questões de interesse, para a produção de híbridos e as ontologias múltiplas (Latour, 2016). Cremos ser necessário levar esta necessidade em consideração e nos esforçarmos para construir atividades que dirijam a atenção dos discentes para as intenções daqueles que estão publicando conteúdos nas redes sociais digitais – sejam eles jornalistas, influenciadores, criadores de conteúdo ou demais atores. A partir da abordagem das Humanidades Científicas as disciplinas que tradicionalmente não se preocupam com temas como esta análise – Física, Química e Biologia – são levadas a relacionar aquilo que está sendo apresentado pelos divulgadores com possíveis interesses sociais da divulgação.

Dos Relatos podem ser encontradas postagens informativas, mas sem explicações ou reflexões sobre o que está acontecendo. Entra-se em contato com diversas postagens que relatam inúmeras realidades locais. O que por um lado é positivo, pois nos coloca em convívio, mesmo que por pouco tempo e de maneira digital, com aspectos diversos da vida e nos permite perceber que não existem soluções simples, com resposta única para os problemas enfrentados. Contudo, é necessário aprender a se precaver com as possíveis generalizações apressadas que as testemunhas de tais realidades comunicam pelas redes sociais digitais. Além disso, também é necessária uma aprendizagem sobre como as realidades são produzidas. Pois sob condições diferentes, há o soerguimento de realidades diferentes. Julgar uma realidade A por meio das situações de B é um erro crasso e fácil de cometer, devido às condições de produção, distribuição e acesso de conteúdo disponíveis atualmente. Isto não significa que uma realidade deva ser descartada em detrimento das outras, mas que se deve buscar pontos de contato e afastamento entre elas.

Os encontros surpreendentes que o rastreamento das *hashtags* podem causar requerem a mesma postura. Enquanto não encontramos, neste levantamento, nenhum rastro de uma explicação científica sobre o porquê dos acontecimentos climáticos no RS, dois atores religiosos ofereceram suas explicações do porquê do evento. Dessa maneira, da mesma forma que as realidades não devem ser julgadas umas pelas outras, não se deve julgar os enunciados religiosos por meio de premissas científicas, mas buscar aproximações e afastamentos entre os conhecimentos.

Ainda sob o efeito de surpresa, vale ressaltar que andar pelo terreno das redes sociais digitais requer algum tipo de educação emocional. Pois, frequentemente as peças midiáticas que são encontradas foram produzidas para estimular os sentidos por meio de imagens e sons. Esse primeiro contato pode ser primordial para que se julgue aquele conteúdo como algo digno ou não da atenção do usuário. A lógica aqui é de uma interação entre o conteúdo produzido e as ações que desejamos criar nos seguidores nas diversas plataformas digitais por onde o texto poderá circular. A lógica é transmidiática (Jenkins, 2016) e os dados nos permitem informar que isso impacta as formas como a sociedade produz, distribui e consome informação, construindo relações entre saberes variados.

Esta pesquisa permitiu perceber a possibilidade de que as diversas plataformas de redes sociais possam ser utilizadas de forma a colher informações acerca dos territórios que constituem a Zona Crítica (Latour, 2020a). A análise longitudinal dos resultados encontrados no buscador indica que a plataforma do TikTok retornou 90% dos resultados em eventos específicos da enchente no Rio Grande do Sul. Já o Instagram retornou somente 40% relativos ao evento em análise. Este é um fator de atenção para futuras pesquisas que busquem informações nas redes sociais digitais e deve ser levado em consideração.

Ao rastrear o actante “enchente” nas conexões digitais, especificamente TikTok e Instagram, foi possível apreender os modos específicos de produção de conhecimento em cada plataforma. É ilustrativo de tais singularidades a perspectiva temporal que cada plataforma imprime ao actante enchente e os critérios de relevância que mobilizam a atividade comunicacional em cada uma. Mas, ainda que cada plataforma configure modos próprios de articulação entre

atores, temas e narrativas, a análise demonstra que o actante enchente se constitui nos interstícios das conexões digitais, configurando um universo narrativo transtextual e transmidiático.

Outro apontamento importante é o apagamento dos objetos técnicos. Em Latour (2020b, p. 48) lemos que “desde o momento em que a pane é solucionada e a crise termina, quando o mau momento é superado (...) o conjunto sociotécnico (...) se torna simplesmente um objeto técnico.” No caso das postagens rastreadas neste trabalho, a discussão sobre a pane na rede sociotécnica de proteção da cidade sequer foi mencionada. Este silenciamento é digno de nota e nos faz refletir acerca da importância da construção de metodologias de educação em Humanidades Científicas que permitam aos discentes compreender o conjunto de relações necessárias para garantia da existência – não somente dos vivos, mas também dos não vivos. Os riscos da invisibilidade dos objetos técnicos podem ser discutidos dentro do escopo das Humanidades Científicas.

De outra forma, o terreno das redes sociais digitais pode ser um local de encontro de partilha sobre os procedimentos de cautela, proteção e cuidado, que se originam a partir do momento em que situações climáticas adversas se aproximam. Deste modo, pode ocorrer um aprendizado que resulta não apenas na produção de conhecimentos que ajudam a lidar com cenários inesperados, mas também a elaborar práticas de segurança. Pensamos que atentar às formas de resistir às intempéries e mitigar os efeitos climáticos que são localmente construídos permitirá elaborar estratégias interessantes para propostas educacionais realizadas a partir dos observatórios da Zona Crítica. Dessa forma, as redes sociais digitais podem ser uma oportunidade de não só entender o que se afasta do conhecimento científico, mas também aquilo que dele se aproxima. Assim, é possível produzir vínculos e fortalecer sua existência. Portanto, movimentar-se pelas mídias sociais vai muito além das habilidades de *fact checking*, mas requer um letramento midiático que capte as noções de realidades múltiplas, coexistência de maneiras de existir diferentes, percepção emocional.

Agradecimentos

Francisco Ângelo Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade e pelo apoio financeiro. Também é grato ao Departamento de Métodos e Técnicas da Faculdade de Educação da UFMG pela licença Pós-Doutoral que permitiu a pesquisa aqui apresentada. Bruno Francisco Melo Pereira é grato ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Minas Gerais - campus Betim, pelo apoio à capacitação que permitiu a dedicação integral ao doutoramento e à Pró-reitoria de Graduação pela Bolsa do Programa de Monitoria da Graduação, que o permitiu acompanhar as estudantes das Ciências da Vida e da Natureza do LECampo no Tempo Comunidade. Geane Carvalho Alzamora é grata ao CNPq pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa e pelo auxílio financeiro. Igualmente é grata à Fapemig pelo auxílio financeiro.

Bibliografia

- ALZAMORA, G.; TÁRCIA, L. Convergência e Transmídia: galáxias semânticas e narrativas emergentes em jornalismo. **Brazilian Journalism Research**, v .8, n, 1 2009.
- COUTINHO, F. Â.; FÁBIO A. R. e S.; LUIZ G. F.; VIANA, G. M. **Tendências de pesquisas para a Educação em Ciências**. 25 out. 2022.
- COUTINHO, F. Â., Fábio Augusto Rodrigues E Silva, Luiz Gustavo Franco, & Viana, G. M. (2022). Tendências de pesquisas para a Educação em Ciências. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.7246716>
- CUNNINGHAM, C. X.; WILLIAMSON, G. J.; BOWMAN, D. M. J. S. Increasing frequency and intensity of the most extreme wildfires on Earth. **Nature Ecology & Evolution** v.8, n.8. (p. 1420–1425), 2024 <https://doi.org/10.1038/s41559-024-02452-2>
- GAMBARATO, Renira Rampazzo; ALZAMORA, Geane Carvalho; TÁRCIA, Lorena. **Theory, development, and strategy in**

transmedia storytelling. Routledge, 2020.

G1. Resgate do cavalo Caramelo: entenda como animal foi retirado de telhado no RS. **G1**, [s. l.], seq. G1, 9 maio 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/09/resgate-do-cavalo-caramelo-entenda-como-animal-foi-retirado-de-cima-do-telhado-no-rs.ghtml>. Acesso em: 3 fev. 2025.

HOWELL, Carolyn. Average Followers on TikTok? No, You Can Get More Than That!. 9 maio 2024. **High Social TikTok**. Disponível em: <https://www.highsocial.com/resources/average-followers-on-tiktok-no-you-can-get-more-than-that/>. Acesso em: 2 jan. 2025.

JENKINS, Henry. Transmedia logics and locations. In: **The rise of transtexts**. Routledge, 2016. p. 220-240.

KORTELAINEEN, J. The river as an actor-network: the Finnish forest industry utilization of lake and river systems. **Geoforum**, v. 30, n. 3, p. 235-247, ago. 1999.

LATOUR, B. **Cogitamus**: seis cartas sobre as humanidades científicas. São Paulo: Editora 34, 1ª reimpressão, 2020a

LATOUR, B. **Diante de Gaia**: Oito Conferências sobre a natureza no antropoceno. São Paulo: Ubu, 2020b.

LATOUR, B. 2021. **Onde estou?** Rio de Janeiro, Bazar do Tempo.

MARSHALL, M. Libya floods: how climate change intensified the death and devastation. **Nature**, v. 621, n. 7979, p. 452-453, 21 set. 2023.

MARENGO, J. A.; DOLIF, G., CUARTAS, A., CAMARINHA, P., GONÇALVES, D., LUIZ, R., SILVA, L., ALVALA, R. C. S., SELUCHII, M. E., MORAES, O. L., SOARES, W. R., NOBRE, C. A. O maior desastre climático do Brasil: chuvas e inundações no

estado do Rio Grande do Sul em abril-maio 2024. **Estudos Avançados**, v. 38, n. 112, p. 203–228, 2024.

MOORE, Thomas. What Is the Average Amount of Followers on Instagram? 29 jan. 2024. **Viralyft**. Disponível em: <https://viralyft.com/blog/average-amount-of-followers-on-instagram>. Acesso em: 2 jan. 2025.

NIETO-SANDOVAL, A. G.; FERRÉ-PAVIA, C. TikTok y cambio climático: comunicar sin fuentes ni soluciones. **Revista de Comunicación**, v. 22, n. 1, 28 jan. 2023.

PINTO, Mônica Dias, NERY, Natuza. Crise Climática: Impactos na Educação. In: **Podcast O Assunto**. Publicado em 13 de fevereiro de 2025. Disponível em: <https://educacao.cemaden.gov.br/midioteca/crise-climatica-impactos-na-educacao/>. Acesso em: 8 mar. 2025.

RIBEIRO, Daniel Melo; ALZAMORA, Geane Carvalho; SALGADO, Tiago Barcelos; CORTEZ, Nathalia. P. Climate Crisis and Disinformation on Instagram: AI-Generated Images of Floods and Wildfires in Brazil. **Observatório (OBS*) Journal**, v. 19, n. 1, p. 1–17, 2025.

SCOLARI, C. A. Transmedia Storytelling: Implicit Consumers, Narrative Worlds, and Branding in Contemporary Media Production. **International Journal of Communication** 3, 2009.

STEFFEN, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., & Ludwig, C. The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. **The Anthropocene Review**, v. 2, n. 1, p. 81–98. 2015. <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>

TSING, A. L.; DEGER, J., SAXENA, A. K., & ZHOU, F. **Feral Atlas: The More-Than-Human Anthropocene**. Redwood City: Stanford University Press, 2020.

UNICEF. **Learning Interrupted**: Global snapshot of climate-

related school disruptions in 2024. New York: United Nations Children's Fund, 2025. Disponível em: <https://www.unicef.org/media/168311/file/Global-snapshot-climate-related-school-disruptions-2024.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2025.

VIANA Gabriel Menezes; ARAÚJO, Rodolfo Dias de; COUTINHO Francisco Ângelo. Contribuições Para a Compreensão do Negacionismo Científico a Partir Da Teoria Ator-Rede: O Estudo de Uma Comunidade Antivacina no Facebook. **Araripe — Revista de Filosofia** -, v. 4, n. 1, p. 185–209, 2023.

WOLLMANN, C. A. the floods in Rio Grande do Sul during 21th century. **Mercator**, v. 13, n. 1, p. 79–91, 30 abr. 2014.

**Samuel Itxai Silva Lobo
Francisco Ângelo Coutinho
Gabriel Menezes Viana**

PLANTANDO CAMINHOS PARA RESPONDER AO ANTROPOCENO



Como vimos na introdução deste livro, o Antropoceno é caracterizado pela precarização das condições de vida. Embora o Antropoceno não possa colocar todos os humanos como igualmente responsáveis pelo “tempo das catástrofes”, ele permite estabelecer uma simetria na capacidade de ação dos vários coletivos em que os humanos participam. Em outras palavras, o céu cinza de fuligem, resultado das queimadas que assolam o Brasil enquanto esse capítulo é escrito, não é consequência de um aglomerado amorfo denominado humanidade, mas o céu poluído que entra em nossas vias aéreas em forma de fumaça, impõe a todos uma necessidade de *responder*. A maioria responde tossindo, os que podem se aliam a umidificadores e ventiladores, e alguns poucos compram moradas em ilhas paradisíacas (Latour, 2020).

Haraway (2023), ao refletir sobre a noção de *responsabilidade*, oferece uma abordagem útil para enfrentarmos as múltiplas “quedas do céu”. A autora utiliza o termo para discutir nossas habilidades de resposta às exigências de nossas criações. Assim, conseguimos escapar do beco sem saída de tentar encontrar responsáveis morais. O agronegócio certamente tem culpa na série de queimadas que ocorreram no Brasil. É possível constatar isso quando o Sistema de Gestão Fundiária (Sigef) aponta que mais da metade dos focos de incêndios no estado de São Paulo estavam em fazendas privadas e que dessas terras 81,29% são de uso agropecuário, com plantação de cana-de-açúcar e pastagem (APIB, 2024). Na Amazônia também é possível constatar essa relação, já que a maior concentração das queimadas está exatamente onde o agronegócio mais avança (Brasil, 2024). Por mais que saibamos da culpa dos latifundiários acreditar que alguma mudança de ação vai acontecer apenas apontando o dedo para eles e os chamando de ecocidas é, no mínimo, ingenuidade. É necessário mapear, descrever, criar e participar de coletivos que tornem o caminho das “escolhas infernais²⁴” (Stengers, 2015) um pouco mais amplo.

²⁴ A expressão “escolhas infernais” elaborada por Isabelle Stengers faz alusão a inúmeras situações que somos confrontados tendo de escolher entre uma situação menos pior. Por exemplo a dicotomia ou “o desenvolvimento econômico” ou a “preservação ambiental”. Para a

Seguindo esse convite de Stengers de elaborarmos alternativas às escolhas infernais, vamos explorar neste capítulo algumas ações do Laboratório de Ecologia Vegetal e Interações (LEVIN), um coletivo voltado ao trabalho de recuperação de áreas degradadas. Para isso, o primeiro autor deste capítulo acompanhou as atividades do LEVIN em campo, realizando um trabalho etnográfico em duas áreas que eles interviam. Esperamos, por meio da descrição que será apresentada, que possamos evidenciar como esse grupo atua elevando as possibilidades de vida destes locais. Assim, buscamos mostrar que o LEVIN não só produz artigos científicos em ecologia, mas também age como um coletivo que gera ações, estratégias, articulações e aprendizagens para manter o grupo coeso e ativo na recuperação ambiental.

A possibilidade de articular ações que modifiquem esses lugares melhorando as condições de existência de vida transforma o LEVIN e os locais que sofreram intervenção do laboratório em *territórios*, no sentido proposto por Latour (2014), em que território é “tudo aquilo sem o qual não podemos viver” (p.24) Como ficará evidente ao longo da descrição, um *território* não está dado, pronto. Os espaços que o LEVIN atua estão em constante modificação pois, se fossem estáticos, não *responderiam* às intervenções provocadas pelo laboratório. Esses *territórios sensíveis*, abertos à modificação, fazem parte do que chamamos de *Zona Crítica*, região do planeta em constante mudança, capaz de gerar novas possibilidades de vida por meio de suas composições (Latour, 2008; Latour, Weibel, 2020).

autora então é necessário fazer um esforço para escapar dessa lógica binária encontrando, imaginando e criando outras alternativas a essas escolhas infernais.

O Laboratório de Ecologia Vegetal e Interações (LEVIN)

Minha²⁵ primeira experiência com o LEVIN ocorreu em 2019, enquanto cursava Bacharelado em Ciências Biológicas na Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Naquele momento, fazia a disciplina de Restauração Ecológica, ministrada pela professora Gabriela²⁶ Carvalho de Castro, que coordenava o LEVIN e continua a coordená-lo em 2024. Durante a disciplina, nós alunos tivemos a oportunidade de realizar um plantio de 750 mudas em um terreno localizado em São Sebastião da Vitória, uma área que pertencia a José da Zinha, que morava ali com sua esposa. Essa atividade foi uma oportunidade prática de aplicar o que discutíamos em sala de aula.

Após essa ida a campo, não participei de nenhuma nova atividade do LEVIN até 2023, quando retornei ao laboratório, agora não mais como aluno, mas como pesquisador etnógrafo. Logo nesse retorno, tive a oportunidade de acompanhar duas novas empreitadas de plantio. Uma delas ocorreu na Floresta Nacional de Ritópolis FLONA em 25 de novembro de 2023 (Figura 4.1b), e a outra, em uma clínica de dependência química, localizada na cidade de Ritópolis na data de 17 de fevereiro de 2024 (Figura 4.1c).

²⁵ Como o texto apresenta incursões de campo feitas apenas por um dos autores (Samuel) e as reflexões a respeito dessas incursões foi elaborada de maneira coletiva pelos três autores do capítulo nas próximas três sessões, que são as descrições etnográficas, serão apresentadas por Samuel. Já essa sessão e as duas últimas do texto que foram elaboradas pelos três autores serão apresentadas em primeira pessoa do plural.

²⁶ Os nomes das pessoas deste texto foram modificados por nomes fictícios.

Figura 4.1: Na fotografia A está um registro do trabalho de campo de 2019. Na extremidade esquerda está João, eu estou logo ao lado dele, de chapéu de palha. Logo abaixo de José está Carol, atual orientanda de Mestrado de Gabriela. Gabriela também está na foto. É a quarta pessoa em pé da direita para a esquerda. Na foto B vemos Gabriela mostrando como realizar o plantio correto de mudas na FLONA em 2023. Na foto C vemos as mudas alinhadas momentos antes do plantio. Na ocasião, alguns pesquisadores em conjunto com alguns recuperandos da clínica fizeram o plantio de mudas na clínica de dependência química.



Fonte: A imagem A está disponível no Instagram do LEVIN e a segunda e terceira fotos são de autoria própria do primeiro autor.

O LEVIN, enquanto laboratório, está localizado no Campus Dom Bosco (CDB) da UFSJ. O laboratório continua com suas atividades no terreno de José e em outros espaços. Bianca e Carol, duas alunas presentes no plantio de 2019 continuam com atividades no LEVIN. A primeira já fez uma iniciação científica (IC) com Gabriela e atualmente ajuda em outras pesquisas. Já a segunda, Carol, está fazendo mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ecologia (PPGE) da UFSJ.

Decidimos, em minha pesquisa de doutorado, acompanhar a pesquisa de Carol como fio condutor para seguir os processos de produção de conhecimento do LEVIN. A pesquisa de Carol tem o objetivo de comparar duas áreas em processo de restauração, utilizando alguns indicadores ambientais. Uma das áreas é o terreno de José e a outra é a Floresta Nacional de Ritópolis (FLONA). Nessa triangulação, entre o LEVIN, o terreno de José e a FLONA, os pesquisadores utilizam a FLONA como referência para avaliar a qualidade do processo de restauração do terreno de João.

A Floresta Nacional de Ritápolis (FLONA)

A FLONA está localizada no município de Ritápolis, uma cidade pequena, com cerca de 5 mil habitantes, vizinha à São João del-Rei. A FLONA está sob a administração do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Para chegar à FLONA, saindo de São João del-Rei, é necessário percorrer um trecho de rodovia e, em seguida, pegar alguns quilômetros de estrada de terra. A floresta nacional se revela após a travessia de uma longa ponte que passa sobre o grande Rio das Mortes.

Todo esse percurso não é muito distante de São João del-Rei, mas é longe o suficiente para que caminhar 10 km pela rodovia não seja viável. Sempre é necessário usar algum meio de locomoção mais rápido. Já presenciei pessoas indo à FLONA de carro, moto e bicicleta. Eu e Carol fomos com frequência à FLONA de bicicleta.

Além de nós, eu e os pesquisadores do LEVIN, a FLONA também é visitada por turistas. A visita de algumas dessas pessoas ocorre porque, na chegada à floresta, existe um viveiro que vende mudas. O viveiro fica próximo a algumas casas onde os funcionários da floresta guardam suas ferramentas, comem e descansam. Também existem algumas instalações onde turistas podem aprender mais sobre a FLONA. Além disso, na entrada da FLONA, estão localizadas as ruínas da Fazenda do Pombal, local de nascimento do inconfidente Tiradentes. Algumas pessoas visitam o local para tirar fotos.

A FLONA é uma unidade de conservação (UC) da natureza do tipo “uso sustentável”. Isso significa que algumas atividades de pesquisa e de aproveitamento econômico direto podem ser desenvolvidas em conjunto com o trabalho de proteção ambiental. Um bom exemplo disso é a venda de mudas que ocorre no local. O ICMBio vende parte de suas mudas para gerar renda para o sustento do próprio viveiro. Parte da verba também vem do licenciamento que possuem com a prefeitura de Ritápolis. Eles recebem dinheiro e disponibilizam parte das mudas para o paisagismo da cidade. Parte das mudas também é doada para ações ambientais (privadas ou públicas). A UC possui uma área um pouco maior que 89 hectares (Brasil, 2003).

Na região da FLONA, uma linha de trem construída antes da instauração da UC corta a floresta em duas partes. A ferrovia transporta ferro e pertence à empresa MRS Logística, sediada em Juiz de Fora. A UC não conta com toda a sua área coberta por florestas em estágios avançados de recuperação. Em algumas regiões o estágio é bem avançado, enquanto outras estão mais descampadas, geralmente cobertas por plantas de crescimento mais rápido, como capim. A ação de plantio de 2023 fez uma intervenção em uma região mais descampada próxima à linha de trem (Brasil, 2003).

O grupo de pesquisadores do LEVIN vai à FLONA para coletar dados de três regiões que estão em estágios sucessionais distintos: um inicial, outro intermediário e outro avançado (as três áreas estão na Figura 4.2 nas cores azul, amarela e vermelha respectivamente). Quando acompanhei a pesquisa, as informações que eles estavam interessados em produzir diziam respeito à chuva/dispersão de sementes, à decomposição da serrapilheira, à abertura do dossel das árvores e à composição do solo.

O terreno, em especial na área avançada, é bem acidentado, com descidas e subidas íngremes, no chão existem cipós e folhas secas de macaúba que fazem com que os que andam sem cuidado caiam ou furem seus pés com frequência. É preciso reduzir o ritmo e dobrar a atenção nessa trilha. No meio dessa caminhada, passamos por debaixo do pontilhão da linha férrea (cruzamento entre o caminho vermelho e marrom). Em alguns dias, vemos caçambas passando cheias de minério, o que nos lembra que estamos em um território em disputa.

Figura 4.2: Floresta Nacional de Ritápolis (FLONA). Em cinza, o perímetro da FLONA e parte do caminho até a FLONA; em azul, o caminho para a área em estágio inicial de recuperação; em amarelo, o caminho para a área em estágio intermediário de recuperação; em vermelho, o caminho para a área em estágio avançado de recuperação. Na imagem, estão também a linha de trem (em marrom) e o viveiro de mudas (em verde).



Fonte: Produzido no Google Earth Pro.

O terreno de José da Zinha

O terreno de José (Figura 4.3), comparado ao terreno da FLONA, fica um pouco mais distante. Para chegar até ele, é necessário percorrer uma distância de 36 km. Curiosamente, embora a propriedade de José esteja três vezes mais distante do LEVIN, se comparado com a FLONA, o terreno ainda está dentro da área do município de São João del-Rei, localizado na zona rural do distrito de São Sebastião da Vitória. Este distrito também não é muito grande. Sempre que vamos ao terreno, passamos por dentro da comunidade. Para chegar ao terreno, a opção de ir de bicicleta não é viável devido à maior distância. Por essa razão, o terreno de José é visitado com menor frequência, sendo necessária uma logística mais elaborada para aproveitar a visita. Para essa área, todas as vezes que fui, foi de carro. Já que nem Carol nem eu dirigimos sempre que visitei essa área, estávamos ao menos em três pessoas: eu, Carol e algum motorista.

O LEVIN conheceu a existência da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de José da Zinha porque ele disponibilizou seu terreno para atividades do Projeto Social Criança Adolescente Cidadã (CAC). Como Gabriela (coordenadora do LEVIN) e seu esposo, Sebastião, contribuem para o projeto CAC, acabaram conhecendo o terreno de José quando foram à localidade organizar uma trilha ecológica, em que jovens poderiam percorrer o trajeto “entrada do terreno do José → casa do José”, onde veriam espécimes de árvores e, com a ajuda de um guia, aprenderiam um pouco mais sobre essas plantas. Após essa primeira atividade, a parceria entre José e o LEVIN se estreitou, levando à realização de outros projetos. Um desses projetos é o processo de restauração de uma área do terreno de José que sofreu degradação devido à passagem de uma linha de trem nas adjacências. Nessa região, surgiram voçorocas.

A mineradora responsável pela linha teve de realizar algumas atividades de mitigação, como o plantio de uma cobertura vegetal e a instalação de canaletas para controlar a intensidade e direção do fluxo de água na região degradada. Embora essas intervenções tenham ajudado, José desejava que o local fosse mais bem recuperado. Assim, o LEVIN entrou em ação, e em 2019, 2.750 mudas foram plantadas no terreno de José em algumas incursões a campo. Destas mudas, 750 foram plantadas na experiência que relatei no início do capítulo, quando eu era estudante de Bacharelado. Desde então, o LEVIN segue com atividades nessa área do terreno, observando o processo de reflorestamento em curso.

Além das voçorocas, o terreno de José enfrenta uma vizinhança hostil para seus objetivos. Do lado esquerdo e direito, existem terrenos agrícolas com a terra exposta e materiais orgânicos inflamáveis. À frente de seu terreno, além da ferrovia, também encontramos o plantio abundante de eucalipto, uma planta exótica que não auxilia muito no objetivo de recuperação ambiental.

Figura 4.3: Em azul, o percurso de entrada para o terreno e casa de João. A entrada está logo atrás da linha de eucaliptos plantados em linha bem ao centro da imagem. Mais abaixo, passam uma rodovia e a ferrovia, que causou perturbação na área em recuperação (em verde na imagem).



Fonte: Produzido no Google Earth Pro.

As tessituras de um aterramento

Após essa descrição dos três espaços, temos o suficiente para demonstrar como o LEVIN atua como um grupo produtor de possibilidades de vida na *Zona Crítica*. O laboratório, ao se engajar na produção de processos de reflorestamento, só consegue fazê-lo alinhando o conhecimento do mundo *onde vivemos* com o conhecimento do mundo *do qual vivemos*. Para que a pesquisa seja realizada, os cientistas além de obter dados de suas incursões a campo devem também pensar como esses dados serão produzidos. Devem não somente cartografar o terreno, mas também descobrir maneiras pelas quais se deslocam neste território (Latour, Weibel, 2020). Isso acontece de algumas formas.

Uma dessas formas é o exercício de aproximação que os pesquisadores devem fazer para poder estudar os locais de interesse. Para reflorestar, os pesquisadores devem fazer alianças com outros

atores. A chegada de Gabriela ao terreno de José ocorreu graças à sua relação com o projeto CAC, e o grupo acessa a floresta de Ritópolis porque o ICMBio considera essa UC de “uso sustentável”, permitindo que a floresta seja utilizada para fins de pesquisa mediante cadastro prévio. Essas articulações por mais que já estejam estabelecidas tem a necessidade de sempre ter alguma manutenção. Se inicialmente o CAC foi a ponte com José, agora, o processo de pesquisa sobre o reflorestamento que ocorre em seu terreno mantém este vínculo. Se no começo Gabriela e Sebastião participaram desse vínculo, com o tempo outros tantos atores se somaram à manutenção dessa ligação. As várias ocasiões em que Karine e Carol, mesmo sem a presença de Gabriela ou Sebastião, foram ao local coletar dados e visitar José e Iara (sua esposa) é reforçado a conexão entre o LEVIN e aquele território. O vínculo é mantido pelo cuidado afetuoso que os pesquisadores têm entre a terra e aqueles que nela habitam.

De forma semelhante o contato do LEVIN com a FLONA também necessita de manutenção. Para entrarem no local devem ter algum projeto cadastrado que justifique a sua ida naquele espaço. Se o vínculo inicial depende de Gabriela para apresentar os projetos, a manutenção deles depende dos outros pesquisadores que conduzem esses projetos, como é o caso de Elisângela e Carol. Os funcionários da FLONA também têm interesse nessa participação do LEVIN no local. Algumas atividades, como o viveiro de mudas, só têm a garantia de existência se algum projeto o justifique. Em algumas situações esses projetos foram propostos pelo laboratório de Gabriela. Existe então um vínculo de mão dupla, o LEVIN só pode adentrar no espaço com algum projeto de estudo e a FLONA só consegue sustentar algumas atividades se algum projeto, como os propostos pelo LEVIN, der garantia para sua existência.

Outra forma que os pesquisadores devem a todo momento descobrir e redescobrir é como se deslocar por dentro desses dois territórios. As pesquisadoras mais antigas como Gabriela, Carol, Karine e Elisângela zelam e ensinam aos mais novos do laboratório. Antes das saídas a campo, as atividades são organizadas via mensagens no grupo do *WhatsApp*, com detalhes sobre a data, o local, o número de participantes e os cuidados necessários. Levar água e algum lanche. Calça comprida, sapato fechado e preferencialmente uma blusa de manga longa de tecido leve. Chapéu e protetor solar

sempre são úteis. No dia da saída, os pontos de encontro são definidos, e as pesquisadoras mais experientes passam no laboratório para recolher os equipamentos necessários para a expedição. Perneiras contra cobras sempre estão presentes, o facão na bainha também é comum. Os outros objetos variam de acordo com a empreitada em campo. Fita métrica, pazinha de jardinagem, tesoura de poda, sacho de cabo curto, fitas e plaquinhas de marcação são alguns desses múltiplos equipamentos. Na estrada até o local, ainda mais cuidados. Se vão de bicicleta, os mais experientes puxam a fila ou guardam a retaguarda. Se vão de carro ou moto são as pesquisadoras que organizam as vagas.

Chegando ao local, essas pesquisadoras guiam a caminhada nas trilhas, apontando os cuidados necessários para evitar obstáculos como cipós ou espinhos de macaúba, no caso da floresta, ou buracos de tatu e canaletas de drenagem no terreno de João. Na mata mesmo as pesquisadoras antigas também devem aprender a lidar com as surpresas que este laboratório dinâmico a céu aberto aguarda, uma vez um buraco de tatu coberto de mato derrubou Carol no terreno de José, sorte que ela soube cair e não se machucou muito.

A produção de dados também exige cuidados. Se antes a atenção que tinham estava focada em garantir a caminhada no mato, agora são as mãos que devem atuar captando o movimento da mata. Nos momentos de plantio, com as covas das mudas já feitas²⁷, as mãos permitem, classificar e marcar, com fitilhos coloridos, mudas pioneiras e tardias. Essa classificação é fundamental para sempre deixar alguma planta pioneira próxima de uma planta tardia. A primeira, como o nome sugere, cresce primeiro aproveitando o sol abundante do local descampado; já a segunda que não é tão afeita ao sol aproveita o crescimento da primeira para se desenvolver à sua sombra. Com o auxílio de um copo medidor dosam a quantidade de fertilizante adicionado na cova. Com uma tesoura de poda removem o plástico do saquinho da muda e alguma raiz mais proeminente e

²⁷ Nos momentos de plantio que acompanhei em 2019 no terreno de José e em 2023 na FLONA os buracos das mudas haviam sido feitos por outras pessoas de fora do LEVIN. Essas covas previamente abertas auxiliam agilizando em muito os momentos de plantio.

irregular. Depois plantam as mudas e com as mãos e peso do corpo pressionam um pouco a terra que envolve a muda sempre atentos para a terra ficar sempre no início do caule. Ao fim, de maneira figurada, erguem as mãos aos céus pedindo que alguma chuva caia nos próximos dias para irrigar as jovens plantas.

Feito o plantio as mãos continuam seu trabalho no exercício de monitorar os movimentos das mudas plantadas e de seus arredores. Como já explicamos no início do texto, o projeto de Carol tem o objetivo de comparar o processo de restauração dos dois territórios. A tarefa de produzir os indicadores de restauração de ambos os ambientes não é simples, por isso a pesquisa de mestrado de Carol “abraça” dois outros projetos de iniciação científica (IC), que também estão focados nesses territórios. Elisângela é uma dessas ICs, e sua pesquisa está interessada em produzir dados da FLONA. Já a IC de Karine está engajada na produção de dados semelhantes no terreno de José. Essa estratégia de trabalho é muito inteligente, pois otimiza o trabalho de todas as pesquisadoras. Carol frequentemente acompanha as duas ICs em suas diferentes idas a campo, o que facilita para todas o duro trabalho de adentrar na mata. Embora Karine e Elisângela estejam interessadas em territórios distintos, como ambas utilizam os mesmos parâmetros para avaliar esses espaços, há muitas atividades laboratoriais em que se ajudam mutuamente. Um exemplo disso é o processo de triagem de sementes que ambas realizaram no LEVIN em junho de 2024 (Figura 4.4).

Figura 4.4: Na imagem A, Elisângela está de cinza, Karine de rosa, e dois outros alunos mais novatos acompanham/aprendem sobre a atividade de triagem de sementes. Na imagem B temos um close nas sementes separadas de acordo com o coletor. Na imagem aparecem sementes de grama (braquiária) em grande abundância coletada no terreno de José.



Fonte: Autoria própria.

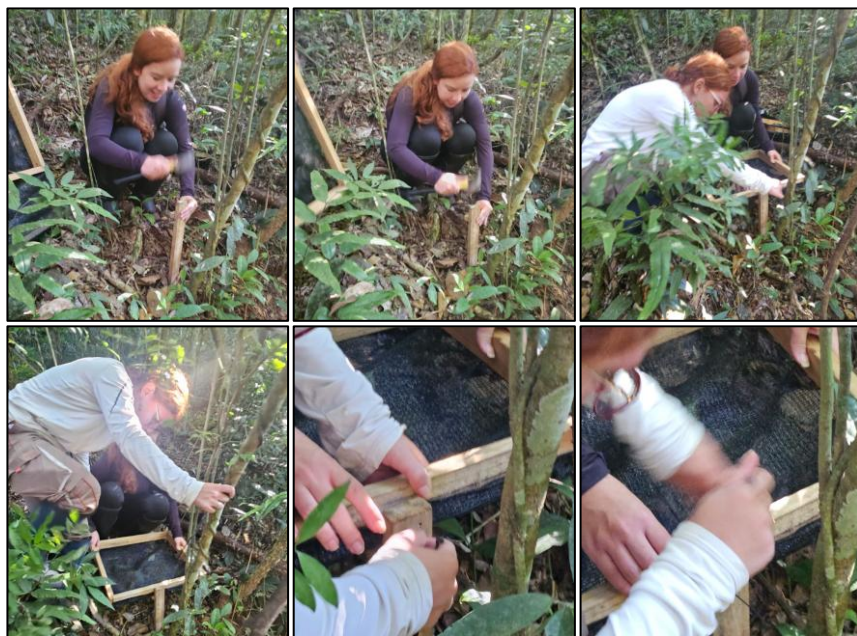
Para realizar essa triagem, é necessário que essas sementes tenham sido coletadas previamente. A coleta acontece por meio da metodologia da chuva de sementes. Essa técnica consiste em instalar coletores de sementes no solo e deixá-los por alguns dias no local para coletar o que cair em seu interior (Figura 4.5). O coletor de sementes é uma estrutura simples. Um quadrado de ripas de madeira prende, em seu interior, um tecido com pequenos furos. Esse quadrado é fixado em uma estaca de madeira, que fica poucos metros acima do solo. Ao todo, foram instalados 27 coletores no terreno de José e outros 27 no terreno da FLONA (9 coletores para cada um dos estágios sucessionais da floresta).

As coletas foram feitas em quatro momentos: na estação chuvosa (C), na estação de transição entre o chuvoso e o seco (C/S), na estação seca (S) e na estação de transição entre o seco e o chuvoso (S/C). Quando as sementes eram retiradas dos coletores, eram

colocadas em sacos plásticos (um saco para cada coletor) e recebiam uma etiqueta indicando o coletor, a data, a estação e o local (FLONA ou terreno de João) da coleta.

Devidamente etiquetadas, as sementes foram levadas para o laboratório, onde as amostras de cada coletor tiveram suas sementes triadas. Primeiro, elas são separadas por morfologia semelhante, e cada tipo de semente recebe um nome temporário, de acordo com alguma característica. Depois são medidas e pesadas. Por fim, as sementes são identificadas. Para isso, utilizam exsicatas, fotos do local onde o coletor estava, livros e a ajuda de pesquisadores mais experientes (geralmente professores da UFSJ) para acurar o processo de identificação.

Figura 4.5: Fotos mostrando o processo de fixação de um coletor na FLONA. Nas duas primeiras fotos, Carol bate com um martelo em uma estaca para fixar a madeira no chão. Nas duas próximas fotos, uma estudante que frequenta o LEVIN, coloca o coletor sobre a estaca. Nas duas últimas fotos, a mesma aluna está passa duas abraçadeiras de nylon para amarrar o coletor à estaca.



Fonte: Autoria própria.

Além da coleta de sementes, os pesquisadores também aproveitam as idas a campo para coletar serrapilheira, solo e, ocasionalmente, alguns galhos de árvores. Esses galhos, localizados nas adjacências do coletor, eram fotografados e/ou cortados para serem secos (exsicata) na UFSJ (Figura 4.6a). Os galhos são importantes, pois acrescentam informações que ajudam na identificação de algumas espécies de sementes que estão sendo observadas. A serrapilheira (Figura 4.6c) indica como ocorre o processo de decomposição nas regiões estudadas, enquanto a amostra de terra (Figura 4.6b) é útil para mostrar a fixação de carbono, densidade e infiltração de água no solo.

Figura 4.6: Na primeira imagem, uma aluna iniciante no laboratório observa a exsicata e a fotografia da planta antes de seca, anotando a possível classificação. Na segunda foto, Carol retira uma amostra de solo para aferir sua densidade. Na última foto, Carol coleta uma amostra de serrapilheira na mesma região.



Fonte: Autoria própria.

O trabalho do LEVIN na observação/produção desses dois espaços demonstra bem a ideia de Zona Crítica, essa região de constante produção de diferença, isto é, transformação, que permite a disputa entre a ameaça e a possibilidade da vida. Nesse sentido, os pesquisadores estão atentos ao aprendizado dessas diferenças. Eles sabem que é possível acessar a FLONA, um terreno próximo, de bicicleta, mas a ida até o terreno de José, mais distante, só é possível de carro. Em dias com muitos alunos indo a campo e sem carro disponível, os pesquisadores possuem a sabedoria de pedir um

transporte por aplicativo, uma solução barata e não exaustiva para essa situação. Em campo, eles também se preocupam com as particularidades. Em um terreno, pedem permissão ao proprietário, e no outro, aos funcionários.

Por mais que estejam atentos às particularidades de cada terreno, a presença dos pesquisadores nesses terrenos, e consequentemente sua capacidade de os modificar, depende sempre de uma combinação de atores internos e externos aos locais de estudo. A proteção para andar no campo é consequência tanto da cautela aprendida em relação aos espinhos quanto do uso de calçados fechados e de perneiras.

Essa negociação entre os de fora e os de dentro se estende a outros aspectos da pesquisa. Decidir quais parâmetros serão medidos depende tanto daquilo que existe em campo para ser mensurado quanto das metodologias, habilidades e equipamentos disponíveis para a aferição. Não é possível realizar uma coleta de chuva de sementes sem coletores, pesquisadores experientes e plantas produtoras de sementes. Uma pesquisa não acontece sem a presença dos atores e das conexões corretas (Latour, 2000; 2012).

Essa produção de diferenças, por meio da mistura dos de dentro e dos de fora, só continua quando vamos à sala do LEVIN na UFSJ. No laboratório, os pesquisadores transformam tudo. Triam as sementes, fazem exsiccatas, avaliam sua atuação em campo e retraçam estratégias. Retiram amostras do terreno para depois devolver com intervenções aprimoradas. Nada é mais puro: o laboratório está invadido de amostras de propágulos, serrapilheira e solo, e os terrenos estão repletos de cientistas, métodos e equipamentos de pesquisa (Latour, 2001).

A tecitura se torna ainda mais interessante quando o LEVIN propõe comparar as duas localidades. O terreno de José certamente não é o mesmo espaço que a FLONA. E é essa desigualdade que permite a pesquisa acontecer. A RPPN de José, por estar degradada, permite que seja restaurada, fornecendo um continuum de dados sobre as mudanças no terreno. A FLONA, por estar mais bem restaurada e ter uma área maior, pode fornecer dados sobre como esperamos encontrar os parâmetros da RPPN no futuro, caso a restauração dê certo.

Dessa forma, com frequência as pesquisadoras, no laboratório da UFSJ, comparam os dados produzidos em campo. Por mais que a pesquisa ainda esteja em andamento, e os resultados mais conclusivos ainda não foram produzidos, ao longo das incursões em campo algumas comparações são feitas pelas pesquisadoras. No terreno de José, por exemplo, as sementes de capim eram bem mais comuns do que na FLONA, resultado esperado, considerando a quantidade de mato plantado no terreno de José.

Do exercício de comparação entre os terrenos a *Zona Crítica* fica evidente. Fazer uma floresta crescer exige aos humanos que se envolvem nessa empreitada compreender esses espaços não como terrenos limitados por um perímetro bem delimitado (o local de Latour) e sim como *territórios*, que também não se estendem ao infinito (o global de Latour), que vão tendo sua composição feita passo a passo. Dessa forma, por mais que os terrenos de José, da FLONA e do LEVIN não ocupem o mesmo espaço físico tornam-se *territórios* de objetivo comum. Essa colaboração conjunta instaura *cadeias de engendramento*. Articulações que permitem aumentar as condições de existência na terra (Latour, 2020).

Todo este envolvimento, de atenção às particularidades e composição de *cadeias de engendramento* cria o movimento que Latour nomeia de *aterramento*. Para *aterrar*, como deve ter ficado evidente ao longo do texto, é necessário um esforço conjunto de atores dispostos na criação de possibilidades de vida. Se os humanos quiserem participar deste processo devemos também aprender a nos tornarmos *terrestres* (Latour, 2021).

Aprender a ser terrestre produzindo florestas

A UFSJ assim como boa parte das universidades brasileiras são espaços onde cientistas encontram um local em que têm a oportunidade de continuar conduzindo suas investigações. Nesses locais encontram laboratórios, equipamento e equipe que permitem conduzir seus trabalhos. Em algumas universidades, como é o caso “da federal de São João”, esses profissionais além de suas empreitadas de pesquisa devem também abraçar atividades de ensino, dando aulas na graduação e pós-graduação, e extensão, realizando atividades que contribuam com a comunidade. Se por um lado essa necessidade pode

ser um fardo para alguns cientistas que gostariam de atuar somente como pesquisadores outros, e este parece ser o caso de Gabriela, essa tarefa tripla se mostra uma oportunidade.

Gabriela em 2014, no primeiro ano de graduação de Samuel, foi professora de uma disciplina chamada de “Formação do profissional biólogo”, nela a professora apresenta as várias possibilidades de atuação que os alunos terão ao se formar. Durante a disciplina é oportunizado o encontro com profissionais, convidados por Gabriela, que relatam em qual área da biologia atuam. No ano de 2022, Samuel teve a oportunidade de ser convidado para a disciplina e apresentar parte de sua caminhada enquanto professor. Em 2024, Gabriela também ofertou essa disciplina e nessa oportunidade falou um pouco para os calouros sobre o trabalho que desenvolve no LEVIN, laboratório que ela coordena. Para sua felicidade alguns alunos se interessaram em conhecer o laboratório que coordena e em abril de 2024 convidou os interessados a conhecer o laboratório a participarem de uma reunião de apresentação.

Samuel foi convidado e pode participar dessa reunião. Mais de 25 pessoas participaram da reunião. Entre eles estavam Gabriela, o etnógrafo, outros pesquisadores que atuam no LEVIN, um egresso do laboratório e vários discentes de períodos distintos (vários deles calouros). Nessa reunião Gabriela apresentou um pouco do laboratório e de seus projetos de pesquisa atuais. Os outros pesquisadores do laboratório apresentaram seus projetos e os novatos falaram de suas expectativas no LEVIN. Samuel também foi convidado a explicar um pouco do seu trabalho de Doutorado.

Ao longo do ano de 2024 vários desses alunos foram organizados para aos poucos poderem desenvolver atividades com as pesquisas já em andamento. Com frequência diversos alunos se juntaram a Carol, Karine, Elisângela e Samuel para ir a campo ou para o LEVIN dar prosseguimento nas várias atividades de pesquisa relatadas ao longo do texto. Nas imagens 4, 5, 6 e 7 é possível ver alguns desses alunos atuando em atividades do LEVIN. Enquanto investigação da área da educação o interesse e participação desses pesquisadores novatos está sendo uma boa oportunidade para escrever sobre a formação de cientistas.

A possibilidade de acompanhar alunos em início de carreira é interessante pois como estão iniciando na área esses pesquisadores estão abertos ao desconhecido. Devido a boa parte das atividades serem novidades com frequência se viu esses pesquisadores iniciantes, incluso Samuel que auxiliava nas atividades, perguntarem e/ou serem instruídos pelas pesquisadoras mais experientes do laboratório (Gabriela, Carol, Karine e Elisângela) a como realizar algumas atividades. Nos momentos de plantio, em 2019 e 2023, Gabriela tomava a frente e apresentava como deveria ser a dosagem de nutrientes e a maneira correta de plantar a mudas. Nas várias ida a campo Carol, Karine e Elisângela orientavam a caminhada. Indicavam os cuidados e aos poucos atribuíam aos novatos algumas tarefas da investigação.

Essa longa empreitada de iniciantes se tornarem pesquisadores experientes também mostra como não só as coisas podem ser compostas para contribuir para a existência de *cadeias de engendramento* da *Zona Crítica*, mas como os humanos também fazemos parte desse processo. De forma semelhante a uma muda de planta tardia que se mostra aberta à diferença de luminosidade provocada por sua colega de reino que cresceu mais rapidamente, os humanos só conseguem participar da composição das *cadeias de engendramento* se estiverem dispostos a participar dessa longa caminhada de produção de diferença que chamamos de *aprendizado*. Permitindo-se, inclusive, errar e mudar nossa rota. Certa vez, por exemplo, Samuel martelou seu dedo ao tentar prender uma estaca no solo, além da preocupação se ele estava bem as pesquisadoras mais experientes o ensinaram a martelar com a lateral do martelo, o que aumentava a área de contato do martelo reduzindo a chance de erro de martelada. Assim é possível compreender que a *Zona Crítica* também diz respeito aos humanos que estão dispostos a serem produzidos e participar da produção de diferenças.

Um ponto interessante de habitar e compor a habitação da Zona Crítica é que nem as pesquisadoras mais experientes estão a salvo de serem expostas à diferença e consequentemente a possibilidade de aprendizado. O ambiente de estudo delas a todo momento sofre alguma modificação. A FLONA e o terreno de José a cada visita estão um pouco diferentes. Em um dia a greve dos servidores ambientais surpreende o grupo de pesquisadores. Encontram o portão da floresta

fechado²⁸ (Figura 4.7a). Já a chuva faz o capim crescer desenfreado no terreno de José ocultando os buracos de tatu e coletores de sementes, o que ocasionou a queda de Carol num buraco e a fez ter de se guiar por um alto cupinzeiro para localizar o coletor escondido pelo mato (Figura 4.7b). Essas diferenças por mais que dificultem a caminhada nos terrenos não são vistos pelos pesquisadores como variantes que devam ser isoladas ou eliminadas, pelo contrário, se a intenção dos pesquisadores é capacitar os territórios que interferem a seguirem o caminho de produzir cadeias de engendramento então as novidades desses territórios são desejadas. A organização dos trabalhadores, a queda no buraco de tatu e o guia do cupinzeiro indicam que aqueles espaços estão ficando capazes de produzir diferença, isto é, se tornarem vivos.

Figura 4.7: Na foto A três alunos iniciantes aguardam o retorno de Elisângela que adentrou o portão em busca de respostas se poderia conduzir a pesquisa mesmo com a greve dos servidores. Na foto B Carol está ao lado do cupinzeiro que a auxiliou a encontrar o coletor de sementes.



Fonte: Autoria própria.

²⁸ A greve não foi um grande empecilho para nosso grupo. O portão não estava trancado apenas encostado. O que permitiu adentrarmos na área e descobrir que somente a visitação estava interdita, mas que nossa atividade de pesquisa poderia ser realizada normalmente.

O aprendizado ao serem expostas as diferenças também ocorre quando tutelam humanos inexperientes, colocando a elas a necessidade não somente de saber, mas também a saber como nos orientar para viabilizar a continuidade da pesquisa.

Além disso, ao longo do curso da pesquisa, novos parâmetros são sugeridos e mesmo as pesquisadoras mais experientes devem também aprender para conseguir viabilizar a continuidade da pesquisa. Carol, por exemplo, teve de aprender com Sebastião a como utilizar o anel de metal²⁹ para coletar amostra de solo e com alguma frequência recorria a Gabriela para a auxiliar na identificação de alguma semente.

Agora, ao final, podemos retomar ao ponto inicial do texto. O movimento dos pesquisadores do LEVIN nesses dois terrenos mostra alguns caminhos de como se tornar *responsável*, isto é, criar possibilidades de responder, sempre parcialmente, aos problemas que o Antropoceno nos provoca. Erguer uma floresta, no caso do terreno de José, ou manter uma floresta, no caso da FLONA exige aos *terrestres* a capacidade de se mostrarem *sensíveis*, abertos a aprender e a fazer composições.

Gabriela tem de organizar as articulações para a entrada na FLONA e no terreno de José, orientar as pesquisadoras do LEVIN e arregimentar novos alunos para contribuir nas atividades de intervenção e monitoramento dos dois territórios que trabalham. As pesquisadoras mais antigas têm de organizar/zelar/orientar os novos pesquisadores além de irem a campo e executar as atividades de suas pesquisas. Os novatos guiados por suas curiosidades e interesses devem aos poucos ir a campo e ao laboratório aprender após cada erro e acerto como contribuir nas atividades.

Aqui encontramos outra forma pela qual podemos aliar a *educação* na era do Antropoceno. Como bem colocou Latour (2014), o conflito entre aqueles que desejam *aterrar* e ecologizar e os que

²⁹O anel de metal é um equipamento que se parece com um bracelete metálico. Após a retirada do mato superficial o anel é colocado no solo. Um martelo pressiona o anel e é retirado um filete de amostra de terra. Retirar a terra dessa forma é importante pois como é conhecido o volume do anel basta pesar a amostra e conseguimos obter facilmente a densidade daquela terra.

acreditam na expansão indefinida da modernidade não é apenas como um problema *pedagógico*, de convencer as pessoas de que o fim está próximo, mas também *político*, que é necessário compor alternativas. Dessa maneira, o LEVIN parece realizar essa operação magistralmente. Situados na UFSJ encontram humanos dispostos a não somente apreender sobre a necessidade da preservação ambiental, mas também a como se tornar *terrestres* capazes de participar dessa composição de alternativas.

Assim, diferente dos trens da modernidade que seguem um trajeto retilíneo sem se preocupar com as perturbações que causam, aqueles que desejam *aterrar* devem fazer o movimento inverso. Sempre aos poucos irem aprendendo passo a passo, a como se tornar mais *sensíveis* às diferenças e em conjunto com elas encontrar maneiras de criar tessituras na produção de *cadeias de engendramento* para que assim, por meio do cuidado, seja garantido, um prolongamento da vida em/de nosso planeta (Latour, 2008, 2020).

José da Zinha, um homem sensível e amante da vida, faleceu, em decorrência de um câncer, em setembro de 2024. De seu incômodo com a solução apresentada pela modernidade, a mitigação de danos com canaletas de escoamento e plantio de capim, permitiu a ecologia ocupar seu território. Agora debaixo da terra ainda faz germinar. Uma perda triste, mas que demonstra a potência das composições nas quais nos envolvemos. Viver para fazer viver e assim poder morrer dignamente. Nossa possibilidade de salvação está aí.

Agradecimentos

Lobo é grato à Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais pelo afastamento que o permitiu se dedicar integralmente ao doutoramento. Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade e pelo apoio financeiro. Gabriel Menezes Viana é grato ao apoio financeiro concedido pela Fapemig.

Referências bibliográficas

APIB. **Agro é fogo: o negócio por trás das queimadas e a instituição do marco temporal.** Articulação dos Povos Indígenas do Brasil, 06 set. 2024. Disponível em: <https://apiboficial.org/2024/09/06/agro-e-fogo-o-negocio-por-tras-das-queimadas-e-a-instituicao-do-marco-temporal/>. Acesso em: 12 out. 2024.

BRASIL. **Fogo na Amazônia se concentra em locais onde agronegócio avança.** Agência Brasil, 10 set. 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-09/fogo-na-amazonia-se-concentra-em-locais-onde-agronegocio-avanca>. Acesso em: 12 out. 2024.

HARAWAY, Donna. **Ficar com o problema: fazer parentes no Chthuluceno.** São Paulo: N-1 Edições, 2023.

LATOUR, Bruno. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora.** São Paulo: Editora UNESP, 2000.

_____. **A esperança de Pandora: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos.** Tradução de Gilson César Cardoso de Sousa. Bauru, SP: EDUSC, 2001.

_____. Como falar do corpo? A dimensão normativa dos estudos sobre a ciência. *Objectos impuros: experiências em estudos sobre a ciência.* **Porto: Afrontamento,** p. 39
61, 2008

_____. **Reagregando o social: uma introdução à teoria do ator-rede.** Salvador: Edufba, 2012.

_____. Para distinguir amigos e inimigos no tempo do Antropoceno. **Revista de Antropologia,** São Paulo, v. 57, n. 1, p. 11-31, 2014.

_____. **Onde aterrar? Como se orientar politicamente no Antropoceno.** Tradução de Marcela Vieira. 1. ed. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2020.

_____. **Onde estou? Lições do confinamento para uso dos terrestres.** Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2021.

LATOUR, Bruno; WEIBEL, Peter. **Critical zones: the science and politics of landing on earth.** Karlsruhe, Germany; Cambridge, MA: ZKM Center for Art and Media; The MIT Press, 2020

STENGERS, I. **No Tempo das Catástrofes.** trad. Eloisa Araújo. São Paulo: CosacNaify. 2015.

Karla Magna dos Santos Gonçalves
Samuel Itxai Silva Lobo
Francisco Ângelo Coutinho

O HOLOCENO AMAZÔNICO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: EVIDENCIANDO ONTOLOGIAS DO SUL GLOBAL



Em “*Ideias para adiar o fim do mundo*”, Ailton Krenak nos fala que a marca mais profunda do Antropoceno está firmada no nosso apego a uma ideia fixa de paisagem da Terra e de humanidade. Tal ideia fixa de mundo teria sido construída pela cosmofofia colonialista e sua divisão imposta entre aquilo que explora e aquilo que é explorado. A deturpação do pensamento colonial posiciona a natureza enquanto uma entidade passível, indefesa e permissível de ser explorada sem escrúpulos. De modo semelhante, o pensamento moderno utiliza os mesmos recursos de separação ontológica do colonialismo (Ferdinand, 2019).

O ensino de ciências, tal como a própria ciência, possui suas origens atreladas às práticas colonialistas. Esses laços foram mascarados pela modernidade e o mito do progresso científico. Latour, em “*Jamais Fomos Modernos*”, nos aponta as origens do pensamento moderno e as consequências de promover práticas de separação ontológicas, como Natureza/Sociedade, práticas as quais a Ciência se tornou especialista. A promessa de uma Ciência que evolui continuamente é, por muitas vezes, uma justificativa para os erros que são cometidos - “não sabíamos antes que o nosso antídoto era o veneno, portanto, só podemos ser julgados por aquilo que conhecemos”, proclamarão. Mas, os impactos dos equívocos científicos não são recentes, e sim camadas e mais camadas da sedimentação de uma catástrofe ancestral (Povinelli, 2024): o colonialismo.³⁰ Desse modo, para pensarmos na educação em ciências que não seja limitada pela nossa ideia fixa sobre quais ontologias devem ser levadas em consideração na composição de mundos, precisamos posicionar no centro da discussão as práticas do Sul Global e seus modos de contracolônização.

Ao nos posicionarmos no Sul Global, estamos fazendo o exercício sugerido por Latour (2020a) de aterramos a nossa

³⁰ No capítulo adotaremos a perspectiva da modernidade enquanto um desdobramento do colonialismo. A modernidade e o colonialismo, por empregarem uma mesma prática cosmofóbica de divisão ontológica, representam um mesmo problema. Desse modo, durante o texto, colonialismo e modernidade terão o mesmo sentido. A ideia é expor o nome original da modernidade, não escondendo o peso e a gravidade de suas práticas.

existência onde pertencemos. O autor então propõe dois conceitos atratores, global e local, para falar sobre posicionamentos políticos e sua relação com a noção de modernidade. O global diz respeito a duas posições da globalização: o primeiro deles representa o ideal da globalização, ou seja, a busca pela multiplicidade de existências. Entretanto, percebemos que esse ideal é apagado pela hegemonia branca ocidental que impõe uma visão específica de mundo, representando o global menos. De modo semelhante, quando falamos sobre local, Latour (2020a) aponta que estamos presos entre duas perspectivas, um local que representa a proteção de tradições e culturas, e um local que busca a imposição de uma identidade única. Como resposta, Latour (2020a) propõe que devemos aterrar. Por aterrar, podemos interpretar que devemos trazer as discussões pertinentes ao global para o nosso próprio território, uma busca de descobirmos respostas que sejam significativas para os nossos coletivos específicos.

Apesar de Latour (2020a) fazer uma discussão política epistemológica sobre a necessidade de aterrarmos, podemos também trazer esses mesmos desafios e reflexões para a área de educação em ciências. Como podemos dar voz às multiplicidades ontológicas e epistemológicas do Sul Global e territorializar discussões sobre as mutações climáticas, por exemplo? Pensando na marca profunda que o Antropoceno e na nossa ideia de paisagem da Terra, como podemos ampliar criticamente as nossas percepções em relação a esse conceito mobilizador? Coutinho et al. (2022) propõe que o Ensino de Ciências deve ser capaz de enunciar sobre possibilidades de produção de ontologias, suas realidades múltiplas, assim como os seus entrelaçamentos.

Lima e Nascimento (2021) ao se debruçar sobre os conceitos de global e local, de Bruno Latour (2020a), como um caminho para a reflexão sobre a construção de uma educação em ciências do Sul Global, concluem que é necessário abandonarmos a Ciência natureza-universo nos objetivos da educação em ciências, para nos aproximarmos da ciência natureza-processo. Esse movimento de transformação seria o primeiro passo para a construção de uma nova perspectiva sobre a Zona Crítica a partir do Sul Global, uma perspectiva que não estaria marcada pela dicotomia moderna. Pensar a Zona Crítica a partir do Local, nos permite pensar politicamente e

epistemologicamente nos conflitos particulares do nosso território (Latour, 2020a).

A proposta de Latour em pensar a natureza enquanto algo processual, construída a partir de relações e que nunca está acabada, teve inspiração no trabalho de Whitehead (1978), que nomeou essa ideia processual de concrecência. O conceito elabora como cada ocasião se torna sucessiva com seu passado e na maneira como sente esse passado. A metafísica processual de Whitehead inspirou Bruno Latour, algo que fica evidente em sua obra *Esperança de Pandora* (Latour, 2017). Juntamente, as ideias desses dois autores nos fazem questionar como a educação em ciências, principalmente quando atrelada aos objetivos curriculares, adota concepções da natureza enquanto uma entidade universal e não processual.

Como exemplo, a ideia de desenvolvimento sustentável na educação em ciências, tem em sua origem a proteção ao meio ambiente como sendo algo que só pode ser alcançado pela separação entre Natureza e Sociedade.³¹ Nessa perspectiva, é ensinado que a natureza deve permanecer intocável e imutável, garantindo que ela “continue estrangeira, para sempre longínqua e hostil” (Latour, 1994, p.45). O mesmo trabalho de separação da natureza para sua proteção, é o trabalho que autorizou massacres e explorações de seres vivos e não vivos, e apagou histórias relevantes para se pensar em novas composições de mundo (Ferdinand, 2019). Bispo dos Santos (2024) destaca sabiamente como a percepção da natureza enquanto algo que deve ser intocável prejudica os modos de vida dos quilombolas ao determinar que eles não podem caçar em determinadas regiões que sempre foram território de caça para essas populações.

³¹ Ao utilizarmos “Natureza e Sociedade”, assim como “Ciência”, com letras maiúsculas, queremos representar as categorias modernas que Latour apresenta em seu livro *Jamais Fomos Modernos*. A Ciência, instituição encarregada de falar sobre os fatos da natureza e coletar os testemunhos das coisas; Sociedade, instituição dos sujeitos e dos testemunhos dos Homens (que também representa uma categoria moderna, visto que somente o testemunho de determinados sujeitos importam na modernidade, e usualmente são homens europeus e brancos); e a Natureza, entidade fixa e imutável na perspectiva dos Modernos.

O Ibama deveria nos perguntar como fazemos para nos alimentar. Porque não comemos só carne de veado. Um dia seria veado, outro dia seria outra caça. E outro dia não haveria carne, porque não comemos carne todos os dias. (...) Há toda uma sabedoria envolvida.” p.82-84

Caçar nesse contexto, não representa a dominação e a exploração da natureza, mas sim práticas ancestrais que compõem juntamente com a própria natureza. A natureza intocável e imutável, é um projeto que esconde as alianças multiespécies e seu papel na construção dos ecossistemas. Do mesmo modo que a ideia de natureza intocável busca “preservar”, ela busca também tornar a natureza intocável “até segunda ordem”, como é o caso da propaganda da ditadura empresarial-militar e a Amazônia enquanto um vazio verde a ser ocupado pelo progresso. A contradição permanece, mesmo em governos progressistas, ao mesmo tempo em que vozes se levantam para a preservação e contra o extrativismo, outras vozes surgem dizendo que, pelo progresso, é necessário explorarmos petróleo na foz do rio Amazonas.³²

Um caminho para se contornar a invisibilidade da natureza-processo é compreender as comunidades multiespécies. Kirksey (2015) sugere que as comunidades multiespécie sejam compreendidas como conjuntos de associações compostas por agentes conscientes, entrelaçados por meio de relações de reciprocidade e responsabilidade. As comunidades multiespécie são formadas a partir da criatividade de múltiplos agentes em relações de fluxo constante. Desse modo, articular o mundo multiespécie com a Educação em Ciências nos possibilita ir além das separações ontológicas da modernidade - Natureza/Cultura; Ciência/Sociedade; Humano/Não-Humano - e abre novos dilemas éticos e práticos dentro das pesquisas da área, trazendo uma nova questão para se pensar em uma outra educação em ciências: como podemos aprender a construir refúgios multiespécie em tempos de extinções?

³² Discussão que envolve o embate entre o Ibama, a Petrobras e o Governo Federal, que surgiu em 2024. O Ibama em outubro de 2024 indeferiu o pedido da Petrobras para a exploração de petróleo na foz do rio Amazonas. Em contrapartida, o governo federal tem pressionado o órgão para que o pedido seja acatado.

Observar as comunidades multiespécies do Sul é pavimentar um caminho para uma educação em ciências que seja aterrada no Sul Global, evidenciando o contínuo processo de construção dos objetos de aprendizagem científica. A Natureza enquanto categoria imutável e intocável abrindo espaço para uma natureza-processo. Talvez assim, tal exercício de contemplação de ontologias, nos torne capazes de construir uma perspectiva de educação científica que não negue o seu passado, mas que seja sensível a ele, tornando-se capaz de construir a partir do seu contexto.

O Holoceno Amazônico e as alianças multiespécies

A Amazônia por muito tempo foi vista pelo olhar da incompletude. Eduardo Góes Neves, em seu livro *Sob os tempos do equinócio: Oito mil anos de história na Amazônia central*, cita o relato de Euclides da Cunha sobre a Amazônia e seus habitantes. Euclides expunha a Amazônia como “a terra mais nova do mundo”, uma terra que tem tudo e, mesmo assim, não possui nada, nascida de uma convulsão geogênica e de topografia instável. Neves (2020) aponta que a visão de Euclides representa o “princípio da incompletude”, uma forma enraizada de anacronismo na percepção da história da ocupação humana da Amazônia. O princípio da incompletude marca não só as percepções sobre a Amazônia, mas também como seus povos são referidos, na construção de políticas públicas contemporâneas e demais temas.

O princípio da incompletude defende que, ao mesmo tempo que a Amazônia é composta de uma biodiversidade estrondosa, ela não possui agricultura, escrita, o progresso da ciência, o urbano. De certo modo, esse princípio se ojeriza pela falta de modernidade na Amazônia. Neves (2020) e sua pesquisa arqueológica são uma resposta à degeneração provocada pelo princípio da incompletude na arqueologia e os estudos sobre a Amazônia. Felizmente, a visão deturpada de Cunha foi superada e a arqueologia amazônica das últimas décadas conseguiu provar que não existe nenhuma incompletude. O autor aponta em seu trabalho que os povos ameríndios foram responsáveis pela domesticação de muitas plantas

como a mandioca, o tabaco, por exemplo - e até o milho e arroz durante determinado momento.³³

A presença humana na região amazônica além de ser antiga, é também, em alguns casos, muito estável. Os trópicos americanos foram palco de sociedades estáveis durante o período do Holoceno inicial e médio (Mongeló, 2020).³⁴ Neves (2019) afirma que a longa duração da história indígena foi responsável por favorecer mudanças culturais e ambientais. Ao mesmo tempo, surgem continuidades fundadas pela diferença e pela coevolução entre espécies. Desse modo, as práticas e costumes das populações indígenas antigas foram incorporados a um novo processo histórico mais complexo, que se proliferou em diferentes regiões da Amazônia.

As práticas e costumes das populações, que se afastam da agricultura que conhecemos, originaram as terras pretas. Essas terras são solos férteis e produtivos que não sofrem lixiviação. A terra preta da Amazônia é um mistério que fascina os arqueólogos. Uma terra que indica um solo antrópico, uma forte evidência das modificações das condições naturais dos locais pelas populações antigas da Amazônia. Neves (2020) expõe que os sítios de terra preta que foram escavados não eram locais de roça, mas sim regiões de habitação dessas populações. A existência de um solo antrópico, é uma evidência contra o determinismo ambiental, indicando um objetivo de aprimorar a qualidade dos solos da Amazônia, além de mostrar que as práticas agroecológicas dos povos antigos da região eram marcadas pela diversidade. A Amazônia antiga nos mostra que a transição é o caminho das coisas, algo que corrobora com a tese de Whitehead (1978) sobre a natureza estar em constante processo de construção.

³³ Segundo Neves (2020), existem evidências de cultivo e abandono de arroz e milho, plantas de ciclo curto, na região do alto madeira há aproximadamente 4 mil anos atrás.

³⁴ A era Holocênica é o período geológico no qual estamos, que se iniciou à 11.700 ano, no final da era do gelo. O Holoceno inicial é definido como o período no qual ocorreu o derretimento das grandes geleiras, abrindo espaço para a expansão da ocupação humana. O Holoceno Médio, por sua vez, é marcado pelo deslocamento da Zona de Convergência Intertropical para o sul, o que aumentou a aridez e a temperatura global.

A terra preta pode ser um exemplo do que Anna Tsing (2019) chamou de simbioses biológicas. As simbioses biológicas são compreendidas enquanto “metáfora, envolvendo questões de colaboração” (p.91). Para a antropóloga, esse processo “se desenvolve em uma inesperada conjuntura histórica; ela emerge da situação, à medida em que as partes não planejadas estabelecem novas coordenações” (p.92). Nessa perspectiva, a educação em ciências da habitabilidade multiespécie é aquela engajada nas relações simbióticas.

Na perspectiva de Anna Tsing (2019), as simbioses são observadas dentro de uma paisagem. A paisagem, frequentemente utilizada para imaginar um cenário para as ações humanas, aqui é posta como necessária para as questões de habitabilidade. Para a antropóloga

As paisagens são assembleias trabalhando em coordenações dentro de uma dinâmica histórica. Mas acabo de apresentar mais dois termos-chave para o projeto de pensar habitabilidade como simbiose: coordenação e história. Por história, refiro-me aos rastros e sinais de humanos e não humanos, a como estes criam paisagens. Uma das formas de observar o que antropólogos e biólogos podem fazer juntos é assistir paisagens se criando por meio de rastros e sinais humanos e não humanos. Coordenação é uma lente para observar os organismos interagirem uns com os outros. Simbiose - assim como competição, predação e outras relações interespecíficas - requer coordenação. Prestar atenção às temporalidades das paisagens permite-nos observar sua dinâmica intersticial. (Tsing, 2019, p.94)

Desse modo, o Holoceno Amazônico, para além de nos permitir combater o princípio da incompletude, também nos proporciona a observação das alianças multiespécies que viabilizaram não somente a ocupação humana, mas também a existência da biodiversidade que vemos hoje na região. As grandes religiões monoteístas contaminaram a ciência com ideias fantasiosas sobre o excepcionalismo humano, ideias que “alimentam pressupostos sobre a autonomia humana e levantam questões relacionadas ao controle, ao impacto humano e à natureza, ao invés de instigar questões sobre a interdependência das espécies” (Tsing, 2015, p.184). A terra preta não é evidência do excepcionalismo humano, mas sim uma evidência

da energia que nos move para o compartilhamento - a confluência, nas palavras de Nêgo Bispo (2024).

Destacamos também as potencialidades de reflexões sobre o Holoceno Amazônico para se pensar nos conceitos de confluência, biointeração e transfluência (Bispo, 2024), uma vez que somos levados a repensar o lugar da natureza nas dinâmicas de produção de cultura, comunidades, tal como na produção comum de significados e de reprodução da vida. Estamos sempre em processo, estamos sempre transfluindo, emaranhados na história e na natureza. Como dito por Krenak (2019), o futuro é ancestral e precisamos aprender com ele a pisar na terra. O futuro sempre esteve aqui, só precisamos olhar para trás. É somente nesse exercício de reflexão que seremos capazes de aprendermos a viver bem.

Do Holoceno amazônico ao Antropoceno e de volta

A Educação em Ciências que vislumbre as potencialidades de confluir com outras ontologias será aquela que irá resistir ao colapso da modernidade. É preciso que exista uma abertura a novas possibilidades de abordagens em torno da interdependência entre espécies que irão contribuir para a compreensão sobre as relações entre infraestrutura, cultura e natureza. Se quisermos trazer à tona o mundo multiespécie, é necessário uma nova Educação em Ciências, uma educação que permita a criação de uma sensibilidade e uma percepção de pertencimento, ou de onde estamos aterrados (Latour, 2020a).

Para pensarmos em modos de viver e agir em um mundo despedaçado que se levanta como um destino impossível de ser contornado, é necessário compreendermos o que podemos aprender com diferentes cosmologias que resistem até hoje aos resquícios do colonialismo. Nessa perspectiva, a Educação em Ciências possui como desafio encontrar outros modos de existir e ensinar, modos estes que sejam capazes de nos provocar a romper com as divisões ontológicas e que irão nos orientar na busca pelos modos de viver e compartilhar com outras espécies. Para Tsing (2019), é preciso procurar outras performances de ecologias que irão permitir a proliferação dos híbridos e a descrição crítica de seus rastros. É preciso encontrar um

modo de ocupar, sendo a ocupação um modo de “dedicar-se ao trabalho de viver juntos, mesmo onde as probabilidades estejam contra nós” (Tsing, 2019, p.87).

O Holoceno Amazônico é um exemplo do “trabalho de viver juntos” indicado por Anna Tsing. E, para além, os achados arqueológicos da Amazônia, nos levanta um questionamento: quando falamos de mundo, que mundo é esse? Se olharmos para fora da lógica ocidental, perceberemos que muitos mundos sempre existiram antes de nós. Do mesmo modo, quando paramos para pensar no fim do mundo, de que mundos estamos falando? Dizemos que o *Anthropos* marcou profundamente a camada geológica a ponto de fazer surgir rastros de ações malditas e devastadoras. Em contrapartida, a terra preta é rastro abençoado, uma marca residual próspera criada pela ocupação humana. Portanto, quando falamos de Antropoceno, é preciso saber qual *Anthropos* estamos nos referindo e que o fim do mundo que tanto nos assusta, por mais que possa nos atingir, não precisa nos pertencer. Além do mais, como apontado por Krenak (2019), o fim do mundo pode ser somente uma breve interrupção de um estado de prazer que não queremos abrir mão.

É como parar numa memória confortável, agradável, de nós próprios, por exemplo, mamando no colo da nossa mãe: uma mãe farta, próspera, amorosa, carinhosa, nos alimentando *forever*. Um dia ela se move e tira o peito da nossa boca. Aí, a gente dá uma babada, olha em volta, reclama porque não está vendo o seio da mãe, não está vendo aquele organismo materno alimentando toda a nossa gana de vida, e a gente começa a estremecer, a achar que aquilo não é mesmo o melhor dos mundos, que o mundo está acabando e a gente vai cair em algum lugar. (Ideias para adiar o fim do mundo, p.32)

É inegável como os acontecimentos ambientais catastróficos nos marcaram e criaram indivíduos ecoansiosos.³⁵ Como sugerido por Krenak, não devemos eliminar a queda, mas sim inventar diferentes paraquedas que nos façam - adotando o termo de Paulo Freire - esperar. Olhar para o passado da Amazônia e de seus povos é

exercer a esperança. Uma esperança de que os nossos rastros indiquem que escolhemos a beleza das nossas alianças e não mais a maldição cosmofóbica do colonialismo.

O Holoceno Amazônico nos mostra como devemos olhar para a Zona Crítica para nos debruçarmos sobre os marcos teóricos do Sul que queremos mobilizar. Assim como a Arqueologia buscou se reinventar, o Ensino de Ciências, enquanto área, precisa ampliar as suas referências a partir do Sul. Por ampliar as referências, significa dizer que devemos ser capazes de nos aprofundar nas ancestralidades de um território. Contudo, esse movimento só será possível quando for permitido a outras cosmologias entrarem nas salas de aulas de ciências.

Algumas definições importantes de conceitos científicos, como os biomas, são marcadas pelo essencialismo que reforça a categoria enquanto entidades fixas e não conceitos abertos ao debate. Entretanto, os achados sobre as civilizações amazônicas e o solo da Amazônia, nos mostram que a sua definição depende dos critérios considerados mais relevantes pelos cientistas, evidenciando que a produção científica é um processo ativo e não apenas uma revelação objetiva da Natureza. Evidenciar a natureza-processo é dar espaço para novas dimensões ontológicas e suas formas de compreender e habitar o planeta. É um trabalho, e desafio, para a educação científica encontrar outras formas de ver uma mesma questão. Gilbert (2016), em uma perspectiva semelhante, aponta que, para que a educação científica consiga dar conta dos desafios contemporâneos, é necessário que sejamos capazes de evidenciar as múltiplas dimensões de uma mesma questão. Para a autora, a realidade continuará sendo incompreensível, ou complexa demais, se continuarmos presos às categorias tradicionais da modernidade.

Como exemplos de novas perspectivas na Educação em Ciências que sejam capazes de aterrar no Sul Global e dar voz à outras cosmologias, Rodriguez, Quinn e Alsop (2022), seguindo a proposta de pensar na educação científica no cenário pós-conflituoso da Colômbia, destacam as potências de uma educação científica orientada para a paz e que contribua para a transição de sociedades conflituosas para sociedades pacíficas no Antropoceno. Por sua vez, Dutt et al. (2022) sugerem que a educação em ciências deveria recorrer às epistemologias indígenas para quebrar a tempestade

cíclica da violência colonial; uma educação que seja capaz de lembrar que a mesma terra que foi separada, colonizada, mercantilizada e poluída é também a terra onde podemos encontrar formas de viver juntos.

A velocidade das intervenções humanas nos ecossistemas são contaminadas por uma brutalidade que nos torna incapazes de enxergar a raiz do problema. Estamos tão acostumados às interferências negativas, ao destino incontornável do Antropoceno, que nos esquecemos que outras sociedades possuem uma relação de confluência com outras espécies. Desse modo, o Holoceno Amazônico nos proporciona uma abertura conceitual da própria ideia de bioma, sucessão ecológica e sobre as múltiplas transições culturais dos povos ameríndios. A terra preta é um indício das potencialidades de criação de novos nichos ecológicos, frutos de novas dinâmicas de sucessão ecológica e que abre possibilidades para novos caminhos que não sejam marcados pelas separações ontológicas.

As ideias apresentadas representam um início e um meio para uma educação em ciências aterrada no Sul Global. Muitas outras possibilidades irão surgir à medida que consigamos dar visibilidade a outras produções de realidades. Defendemos o resgate e o destaque de ontologias que nos permitam vislumbrar um mundo compartilhado e fértil. Enquanto área, o Ensino de Ciências deve se mostrar capaz de produzir novos conhecimentos necessários para se observar a natureza-processo e construir alianças multiespécies.

Agradecimentos

Karla Magna é grata à FAPEMIG pelo apoio financeiro. Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade e pelo apoio financeiro. Lobo é grato à Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais pelo afastamento que o permitiu se dedicar integralmente ao doutoramento. Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade e pelo apoio financeiro.

Referências

- DOS SANTOS, A. B.; PEREIRA, S. **A terra dá, a terra quer**. Ubu Editora, 2023.
- CASTANO RODRIGUEZ, C.; QUINN, M.; ALSOP, S. Curricular experiments for peace in Colombia: Re-imagining science education in post-conflict societies. **Reimagining Science Education in the Anthropocene**, p. 293-306, 2022.
- COUTINHO, F. Â. et al. As Ontologias de um Jardim. Contribuições para a educação em Humanidades Científicas no Antropoceno. Pista: **Periódico Interdisciplinar [Sociedade Tecnologia Ambiente]**, v. 4, n. 1, p. 105-120, 2022.
- DUTT, P., FATEYEVA, A., GABEREAU, M., & HIGGINS, M. (2022). Redrawing Relationalities at the Anthropocene (s): Disrupting and Dismantling the Colonial Logics of Shared Identity Through Thinking with Kim Tallbear. **Reimagining Science Education in the Anthropocene**, 109.
- GILBERT, J. Transforming science education for the Anthropocene – is it possible? **Research in Science Education**, 46, 187-201. 2016.
- KIRKSEY, E. **Emergent ecologies**. London: Duke University Press, 2015.
- KRENAK, Ailton. **Futuro ancestral**. Companhia das Letras, 2022.
- KRENAK, A. **Ideias para adiar o fim do mundo** (Nova edição). Editora Companhia das letras, 2019.
- LATOUR, B. **Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica**. Editora 34. 2013.
- LATOUR, B. **Onde aterrar? Como se orientar politicamente no antropoceno**. Bazar do Tempo Produções e Empreendimentos Culturais LTDA, 2020b.

- LIMA, N.. W.; NASCIMENTO, M. M. Aterrando no sul: uma proposta político-epistemológica para a área de educação em ciências do Antropoceno. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 21, 2021.
- MAGALHÃES, M. P. O Holoceno inferior e a antropogênese amazônica na longa história indígena da Amazônia oriental. Carajás, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, v. 14, p. 291-326, 2019.
- NEVES, E. G.; WATLING, J.; ALMEIDA, F. O. A arqueologia do alto Madeira no contexto arqueológico da Amazônia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, v. 15, n. 2, p. e20190081, 2020.
- NEVES, E. G. **Sob os tempos do equinócio: oito mil anos de história da Amazônia central**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2020.
- POVINELLI, E. **Catástrofe Ancestral: existências no liberalismo tardio**. São Paulo, Ubu Editora, 2024.
- WHITEHEAD, A. N. **Process and reality: an essay in cosmology**. New York: The Free Press, 1978.
- TSING, A. L. **Viver nas ruínas**. Brasília: IEB Mil Folhas. 2019.

Karla Magna dos Santos Gonçalves
Francisco Ângelo Coutinho

AGROECOLOGIA E A RESISTÊNCIA AO HABITAR COLONIAL: CONSTRUINDO REFÚGIOS MULTIESPÉCIES



Em uma rápida pesquisa no *Google* com os termos “agricultura”, “origem da agricultura” e “importância da agricultura”, a inteligência artificial, responsável por criar uma visão geral sobre a busca, nos fala que a agricultura viabilizou a existência da civilização humana. O senso comum nos faz pensar que, graças à agricultura e ao domínio da espécie humana sobre as plantas, chegamos até aqui. Anna Tsing (2015) propõe algo mais interessante, e que subverte essa perspectiva extraordinária que a humanidade se coloca, ao afirmar que, na realidade, nós fomos domesticados pelos cereais. A obsessão humana pelos grãos trocou o afeto pelas paisagens multiespécies pelo amor pelas monoculturas.

No Brasil, quando falamos de agricultura, por muitas vezes, estamos nos referindo ao agronegócio, um modelo de produção amplo e de estrutura complexa, de forte poder político e econômico, resultante dos acordos firmados entre o capital nacional e estrangeiro agroindustrial, o Estado e a elite burguesa latifundista brasileira (Nannini e Marcusso, 2024). O agronegócio possui uma grande capacidade de articulação e de criação de estratégias por parte desses atores. O Agro é pop, é tech, “é tudo”, como informado na propaganda veiculada no maior canal de televisão do país. Esse slogan é só uma máscara para a realidade predatória, extrativista e excludente do agronegócio brasileiro. (Nannini, 2022).

Mas o Agro não quer ser pop somente na televisão, mas também nas escolas. Um exemplo é o surgimento de uma entidade chamada “De Olho no Material Escolar”, uma instituição altamente financiada pelo Agro e que defende o propósito de “ampliar” o conhecimento dos estudantes sobre o agronegócio brasileiro a partir da atualização dos materiais didáticos, criando acessos entre o campo e o setor educacional. A entidade, juntamente com a Universidade Federal de São Paulo, criou a “Agroteca”, uma biblioteca virtual com publicações positivas sobre o agronegócio. Na biblioteca, é possível encontrar conteúdos que negam o reconhecimento do Brasil enquanto o maior consumidor de agrotóxicos do mundo - informação que contraria os dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, na qual o Brasil lidera o ranking de consumo de pesticidas (12 Kg/Ha).

Para além dessas informações que buscam tornar o agro brasileiro uma entidade injustiçada pela desinformação, também

encontramos a tendência na mudança de termos, como, por exemplo, a troca do termo “agrotóxico” para “defensivos agrícolas”, com a justificativa que esses produtos são vitais para o desenvolvimento agrícola brasileiro. Tal termo, de caráter vago e ambíguo, esconde, por exemplo, a suscetibilidade dos trabalhadores rurais e seus familiares à intoxicação aguda por tais substâncias “defensivas” (Prado et. al., 2024; Maia et. al., 2018; Silva e Costa, 2018).

A infiltração do Agro no material didático não visa somente influenciar as opiniões em formação dos estudantes, mas também distanciar cada vez mais a entidade de seu passado colonialista e a sua forma segregadora de fazer-mundo. Humanos, animais e plantas são constantemente explorados e sugados pela máquina da agricultura extrativista, repetindo práticas escravocratas de séculos atrás. Não obstante, com a crise migratória dos Estados Unidos, e a deportação de imigrantes sem precedentes, tornou as lavouras americanas escassas de seus trabalhadores ilegais. Mesmo no Brasil, segundo dados do Ministério do Trabalho, 76% dos resgatados do trabalho escravo no Brasil são vítimas do agronegócio.³⁶ Obviamente, esses dados ficarão de fora dos materiais didáticos produzidos por essa grande máquina predatória.

A educação moderna é incapaz de dar conta da complexidade das interações entre sociedade, tecnologia, ciência e meio ambiente, mas, em contrapartida, ela é bastante eficaz em promover a dupla fratura colonial e ambiental (Ferdinand, 2022). Essa dupla fratura separa a história colonial e ambiental da modernidade, criando um imaginário ocidental da crise ecológica que vivemos - o Antropoceno branco, segundo Ferdinand (2022). Posicionando a questão na educação, uma Agroteca é uma resposta inadequada e desonesta em relação ao tipo de consciência e educação ambiental que deveríamos desenvolver nas escolas. Não precisamos conservar o poder do Agro na educação e o seu modo colonialista de lidar com os ecossistemas locais, mas sim de mergulhar no debate sobre a pluralidade em busca

³⁶ Os números são da Plataforma SmartLab – Promoção do Trabalho Decente Guiada por Dados, iniciativa conjunta do Ministério Público do Trabalho (MPT) e do Escritório da Organização Internacional do Trabalho (OIT) no país.

de produzir aquilo que a modernidade falha em produzir: um futuro digno de ser vivido.

O modo de existência pregado pelas sociedades ocidentais, sempre foi sustentado pela ciência. Entretanto, a ciência se equivocou na compreensão da Terra como um somente um planeta entre tantos outros, desconsiderando a sua unicidade específica. O problema dessa perspectiva é reduzir a natureza a um recurso pronto para ser explorado (Latour, 2018). A ciência ajudou a construir as lentes pelas quais a natureza se tornou passível e inanimada, assim como as ferramentas que a puseram à mercê das vontades e interesses da humanidade. O propósito de desvendar os mistérios da natureza não surgiu espontaneamente na instituição científica, mas sim se desenvolveu juntamente com o pensamento moderno. Quando falamos sobre modernidade, instantaneamente, somos levados a pensar o que Latour (2019 [1994]) aponta como uma revolução do tempo, uma disputa entre aquilo que foi e aquilo que é, uma batalha entre o passado e o que queremos estabelecer para o nosso presente.

Desse modo, para a educação em ciências, é necessário buscar outras formas de fazer-mundo que não compartilham da dupla fratura da modernidade. Uma educação em ciências que proporcione uma pluralidade constitutiva de existências multiespécies na terra. Faremos então o exercício de tornar a educação em ciências objeto da ecologia, em busca de posicionarmos ao centro o agir em conjunto com outras espécies.

Definindo o habitar colonial da terra

A construção colonial do mundo, assim como, as desigualdades criadas pelas produções científicas, são constantemente silenciadas, colocadas no plano de um passado que nunca irá retornar. Apesar dos esforços em promover o apagamento da tal vergonhosa história, a forma colonial de habitar a terra ainda se encontra presente nos nossos dias. Podemos definir o habitar colonial enquanto um conjunto de ações que determinam as fronteiras entre aqueles que possuem o direito de habitar e aqueles que não (Ferdinand, 2022). O habitar colonial possui princípios, fundamentos e formas de habitar que ainda existem e são colocadas em prática.

Segundo Ferdinand (2022), existem três princípios estruturais para o habitar colonial: o princípio geográfico, no qual o habitar é sempre geograficamente subordinado a outro lugar; o princípio de exploração da terra e da natureza; e o altericídio, representado pelo apagamento do outro. Entretanto, o habitar não é evidente, sendo necessário atos pelos quais o homem colonial instituem os seus “fundamentos do habitar colonial” (Ferdinand, 2022, p. 51). Esses fundamentos são a apropriação da terra, legitimada pelo direito à propriedade privada dos colonizadores; o desbravamento da natureza, de modo que “habitar é desbravar, habitar é abater árvores”. Somente a partir do momento em que a árvore é abatida, o habitar colonial começa” (Ferdinand, 2022, p. 52); e o massacre e violência infligidas nas populações ameríndias. Para além dos princípios e fundamentos, Ferdinand (2022) percebe que o habitar colonial é percebido por meio de suas formas: propriedade privada, plantations e escravidão.

Os princípios, fundamentos e formas do habitar colonial expostos por Ferdinand (2022) nos levam a concluir que ainda habitamos um mundo colonial, de modo que

Desde 1492, esse habitar colonial da Terra reproduz em escala global suas *plantations* e seus engenhos, suas dependências geográficas e ontológicas entre metrópoles e campos, entre países do Norte e países do Sul, assim como subjulgações misóginas. Paralelamente à padronização da Terra em monoculturas, esse habitar colonial apaga o outro, aquele que é diferente e que habita diferentemente. (p.56)

O habitar colonial é responsável por transformar as paisagens e romper com os modos ameríndios de habitar a terra, e promovendo a destruição da diversidade do ecossistema (Ferdinand, 2022). As perturbações nos ecossistemas e as degradações ecológicas promovidas pela forma de habitar a terra foram mantidas às custas da escravidão de humanos e outros que não humanos. Para Anna Tsing (2015), as *plantations*, foram o motor da expansão europeia e produziram a riqueza – e o *modus operandi* que permitiu aos europeus dominarem o mundo. As *plantations* são a sustentação e a justificativa para a existência da propriedade privada e da escravidão, além de aprofundarem a domesticação, reintensificando as

dependências das plantas e forçando a fertilidade do solo (Tsing, 2015; Ferdinand, 2022).

A transformação biológica das pessoas e das plantas que acompanhou a agricultura intensiva de cereais pode ser entendida de melhor forma, portanto, por meio do advento dos arranjos sociais hierárquicos e pela constituição do Estado. Estados encorajam o estabelecimento de fazendas sedentárias e estáveis. O Estado incentivou unidades domésticas de base familiar e garantiu as formas de propriedade privada e herança que traçaram linhas dentro e entre famílias. O patriarca era o representante do Estado no nível da unidade de trabalho doméstica: era ele quem assegurava que os impostos e dízimos seriam recolhidos para a subsistência das elites. Foi no interior dessa configuração política que tanto as mulheres quanto os grãos foram confinados e manejados para maximizar a fertilidade. (Tsing, 2015, p.186)

O habitar colonial usurpou a terra, tornando-a privada; desmatou para instaurar as *plantations* promovendo o massacre, a domesticação e o trabalho escravo de tudo aquilo que foi considerado indigno.³⁷ Ferdinand (2022) aponta nesse sistema a existência de uma ruptura metabólica, proveniente de trocas ecológicas desiguais, que permitiram às nações colonizadoras “externalizassem os custos ambientais de seu enriquecimento e os mantivessem distantes de seus territórios continentais, transformando suas periferias em *plantations*” (p.64). A intensidade da dominação pelas *plantations* prejudicou a capacidade da sociedade em se organizar ao redor de uma agricultura que não fosse regida por práticas destruidoras que promovem extinções, ou como nomeado por Deborah Bird Rose (2024), cascatas de extinções.

O habitar colonial rompeu com as conexões multiespécies e nos colocou em um estado de flutuação, sem saber a qual lugar

³⁷ É interessante pensarmos que a domesticação traça uma linha entre aquilo que domestica e aquilo que é domesticado. O que é domesticado sempre representa aquilo que não é humano. Desse modo, entramos nas divisões de categorias da modernidade apontadas por Donna Haraway e Bruno Latour. Só é domesticado aquilo que não é humano, e por humano compreende-se “Homem”.

pertencemos. Se a falta de conexão que nos assola são a causa dos problemas ambientais que presenciamos, é fundamental sabermos como podemos recuperar novamente a conectividade outrora perdida. Mas, para nos livrarmos dos erros de conectividade, é preciso primeiramente nos livrarmos do terrível vício de transformar determinadas práticas em práticas universais que são válidas para todos (Stengers, 2017). A monocultura, por exemplo, é uma prática que busca universalizar ao custo da biodiversidade local. As práticas são múltiplas e não podem ser reduzidas, assim como as relações multiespécies. Mas, infelizmente, as respostas que estão sendo pensadas para a crise ecológica ainda se apegam ao grande sonho moderno de progresso, construindo alternativas infernais (Stengers, 2017) que, por muitas vezes, são um fator de complicação e não solução.³⁸ O Antropoceno branco (Ferdinand, 2022) é o imaginário ocidental da crise ecológica que só pode ser resolvida pelos mesmos meios do progresso, da dominação e do habitar colonial.

A tarefa de imaginar outras situações, onde existam outros possíveis, anteriormente excluídos, e de romper com o habitar colonial, é também uma tarefa para a educação em ciências. Mas, para tal, é necessário que sejamos capazes de observar a crise ecológica para além do imaginário ocidental engajado no apagamento das opressões promovidas pelo colonialismo. Por isso, antes de pensarmos sobre o que faremos, é importante pensarmos sobre os conceitos mobilizadores que utilizamos, quais aspectos eles centralizam e como eles podem nos ajudar a construir uma nova perspectiva.

³⁸ As alternativas infernais representam aquilo que se difundiu depois que o progresso perdeu seu poder mobilizador. Constantemente agimos em prol de resolver algum problema, mas as consequências se mostram tão perigosas quanto o problema que buscamos resolver em primeiro lugar. Isabelle Stengers e Philippe Pignarre, em *La Sorcellerie capitaliste* (2005), descrevem as alternativas infernais como um ataque de “feitiçaria” capaz de capturar as potências de agir, de imaginar, de existir e de lutar.

O Plantationoceno enquanto conceito mobilizador

Donna Haraway (2016) destaca também que a proposição de novos conceitos nos permite focar no que importa, para a autora narrativas contam narrativas e conceitos pensam conceitos. Nessa perspectiva, contar novas narrativas nos possibilita especulações nos fazem focar no que importa: narrativas contam narrativas e conceitos pensam conceitos (Haraway, 2016). Portanto, só iremos construir novas histórias, ou pensar novos conceitos, se nos engajamos na imaginação de um devir ecológico.

Utilizar um conceito que evidencie as perturbações nos ecossistemas e as degradações ecológicas promovidas pelas *plantations*, e que atravessam a história da sociedade brasileira, nos possibilita construir uma perspectiva que revele o tipo de destruição dos espaços-temos promovidos pela modernidade. Para tal, ao utilizarmos Plantationoceno enquanto um conceito mobilizador é um modo de enfatizarmos a instrumentalidade das *plantations* pelo colonialismo e a modernidade, usufruídas com o intuito de destruir os ecossistemas locais, e as relações que ali existem, com o objetivo de instaurar no lugar uma monocultura forasteira (Tsing, 2015; Ferdinand, 2022). Existe também uma potencialidade em utilizar um conceito que retire o *Anthropos* e sua excepcionalidade do centro de discussão e posicione um outro tipo de agente mobilizador.

Ferdinand (2022) considera contraditório empregar o termo “Antropoceno” por ele ocultar a participação dos não humanos. O Plantationoceno representa o habitar colonial que é mantido às custas da escravidão de humanos e não humanos, e a submissão do mundo às *plantations*, de modo que se criou uma “Terra sem *manman* e humanos sem Mãe Terra” (Ferdinand, 2019, p. 68). O autor ainda nos diz que

(...) o Plantationoceno designa a reprodução global de uma economia de plantation sob várias formas. Ele estabelece conjuntos de humanos e não humanos, as *plantations* - agrícolas no sentido das plantas vegetais, ou industriais, no sentido derivado da palavra em inglês *plants* (fábricas) -, os lugares, os mecanismos e as organizações de produção, e os centros da cena e do tempo (ceno). Ele revela as trocas

ecológicas e metabólicas desiguais, as punções energéticas e materiais não renováveis. No nível histórico, o Plantationoceno restabelece uma historicidade das mudanças ambientais globais sem apagar os fundamentos coloniais e escravistas da globalização. (p.66)

As *plantations* não se limitam às fronteiras da propriedade rural ou da fábrica, suas injustiças são fabricadas espacialmente e globalmente, e suas relações de poder e dependência são situadas em diferentes pontos da terra. Desse modo, ao utilizarmos o Plantationoceno enquanto conceito mobilizador, nos é oferecido uma maior compreensão das relações e dependências a partir das lógicas de *plantation*.

Podemos dizer que o Plantationoceno progride com crescente violência na produção global de alimentos processados, carne industrializada, no agronegócio da monocultura e nas imensas substituições da biodiversidade e relações multiespecíficas por monoculturas. O Plantationoceno representa o fim dos lugares familiares, lugares esses que “implicam formas de identificação e companheirismo que contrastam com a hiperdomesticação e a propriedade privada nas formas em que conhecemos” (Tsing, 2015, p. 182).

Entretanto, existem inúmeras espécies que resistem ao Plantationoceno e constroem, e reconstroem, lugares familiares. Para Tsing (2015), a diversidade biológica e social floresce em margens despercebidas. Como exemplo, a antropóloga segue os rastros dos cogumelos e os identifica como um dos primeiros inimigos das *plantations* e da propriedade privada.³⁹ Não existem fronteiras modernas capazes de impedir os fungos. Mesmo em Chernobyl, fungos radioativos colonizam paredes que nos amedrontam. Encontrar as resistências fúngicas ao habitar colonial, representa o compromisso e a intenção de trabalho colaborativo com outras espécies. Somente com esse compromisso que conseguiremos fazer

³⁹ Anna Tsing cita o fungo *Phytophthora infestans*, o míldio da batata, cujo primeiro registro é datado de 1835 como um problema local na Inglaterra. O fungo desenvolveu-se vagarosamente até o verão abafado e chuvoso de 1845, quando, de modo brusco, todas as batatas armazenadas da Irlanda estavam infectadas.

florescer novos arranjos multiespécies que incluam pessoas e que rompam com o habitar colonial.

Pensando na educação em ciências, proponho utilizarmos da reflexão de Isabelle Stengers (2013[2023]) em considerarmos que o momento peculiar que vivemos necessita de uma ciência desacelerada, uma ciência que seja capaz de retomar a arte de lidar e aprender com aquilo que escapa às categorias modernas. Se precisamos de uma ciência que pense “a partir daquilo que nos falta e cuja falta nos adoce” (p.117), precisamos também de uma educação em ciências que nos ajude a retomar os vínculos e conexões rompidas pelo habitar colonial. A proposta de Isabelle Stengers para uma nova ciência, nos inspira a pensar em uma nova educação em ciência. Para a filósofa, é necessário recuperarmos, curarmos, nos tornarmos novamente capazes de aprender a encontrar e de reconhecer “o que nos mantém unidos, de pensar, imaginar e no mesmo processo, criar, juntos uns aos outros vínculos que não sejam de captura” (p.117).

A agroecologia enquanto uma possível referência para a educação em ciências contra o habitar colonial

A agroecologia atualmente é compreendida enquanto disciplina científica, prática cultural, e movimento político e/ou social (Wezel et al., 2009; Candiottto, 2020). Academicamente, os movimentos agroecológicos estão ganhando cada vez mais visibilidade. Wezel et al. (2009), a partir de um levantamento de publicações científicas sobre a palavra “agroecology”, apontou que, em 1991, existiam somente 6 menções; e, em 2007, 141 menções. Em uma mesma proposta, Candiottto (2020) notou que o mesmo termo possuía 3.200 menções em 2020. Fazendo uma busca semelhante no Portal de Periódicos da CAPES, mas agora utilizando o termo “agroecologia”, e propondo um recorde de tempo entre 2020 e 2024 (até a data de 10 de Outubro), foram encontrados 1.894 artigos sobre agroecologia em diversas áreas. Desse total de artigos, 1.102 publicações são classificadas como multidisciplinares. Diversos pesquisadores destacam em suas pesquisas outros elementos relevantes quando se fala em agroecologia, como a: multidimensionalidade, pois envolve aspectos espaciais, alimentares,

ecológicos, econômicos, políticos, técnicos e socioculturais (Rosset et al., 2021; Cisneros e Sántiz-Sántiz, 2022); a interdisciplinaridade, já que diversas áreas do conhecimento têm interesse no tema (Pereira et. al., 2023; Telles et. al., 2024); e a multiescalaridade, que representa a agroecologia sendo praticada em diferentes escalas, desde agroecossistemas até o debate global sobre alimentação e resiliência climática (Tonini e Dolci, 2020).

O caráter multidisciplinar da agroecologia enquanto uma ciência em construção, nos permite buscar conexões entre suas práticas dentro do da educação em ciências (Cardoso e Melo, 2011; Locatelli e Santos, 2017; Melzer, 2022; Miletto e Robaína, 2023). Melzer (2022) analisa as possibilidades de conjunção entre a agroecologia e o ensino de ciências na constituição de novos olhares para a educação científica como modo de resistência à imposição curricular colocada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Para o autor, a agroecologia é um caminho fértil para construir novas relações pedagógicas de produção de saberes escolares científicos que se opõem à centralidade urbana da educação em ciências e seus processos colonizadores.

As resistências agroecológicas são múltiplas. Petri e Fonseca (2020), a partir de uma revisão bibliográfica, perceberam que a educação ambiental, quando conectada com as propostas da Agroecologia, é possível de ser trabalhada em contextos formativos e com transdisciplinaridade, honrando assim os saberes dos povos do campo. O apagamento dos saberes do campo é promovido por processos urbanocentrados (Farias e Faleiro, 2020) que exercem estratégias de dominação educacional, cultural e socioeconômica. Entretanto, nas cidades existem aqueles que são excluídos da organização social, política e educacional, sendo a Agroecologia um modo de resistência também no meio urbano.

Nessa perspectiva, Gonçalves e Coutinho (2024), destacam a importância de um espaço agroecológico na cidade de Belo Horizonte como resistência frente ao apagamento ontológico. Um espaço urbano de resistência que mostra como é possível romper com o habitar colonial de uma grande metrópole. Os autores destacam que a agroecologia urbana nesse espaço é fundamental para se pensar em uma educação em ciências capaz de criar conexões com os conhecimentos que foram historicamente excluídos e apagados.

Somente ao escutar outras vozes e observar outros rastros nos tornaremos capazes de refletir criticamente sobre as diversas formas de pensar, saber e existir.

A educação no Plantationoceno é um fato antropológico que nos permite posicionar a educação em ciências enquanto uma poderosa ferramenta capaz de responder aos desafios sociais, ecológicos e políticos do momento em que vivemos. A Agroecologia é uma resposta ao habitar colonial e ao Plantationoceno. É pertinente pensarmos na agroecologia enquanto uma prática que se relaciona com uma pluralidade de modos pelos quais os sujeitos atribuem sentidos à suas experiências de habitar a terra, experiências estas que não são sustentadas pelo habitar colonial. A agroecologia recupera, reativa, regenera, aquilo que o colonialismo e a modernidade - representados pelas *plantations* - nos separaram, além de buscar caminhos, e resgatar saberes, que desafiam a predação do meio ambiente e as injustiças sociais. E a cidade, vista como uma selva de pedra, também resiste frente ao habitar colonial. Por isso, encontrar essas experiências urbanas, que refletem a resistência frente ao apagamento promovido pela dupla fratura da modernidade, parece ser o modo de descrever outras existências compartilhadas (Tsing, 2019).

A agroecologia pode também ser compreendida como uma ecologia de práticas, nos termos de Stengers (2002), pois articula diferentes conhecimentos, saberes e práticas, ligados a diferentes comunidades e espaços (Wedig, 2022). Podemos também destacar que a agroecologia parte de uma perspectiva que busca reconectar humanos e mais-que-humanos, assim como resgatar a pluralidade de existências. A agroecologia também pode ser percebida enquanto um dos modos de ação e educação da nova classe ecológica, uma classe emergente que contesta a legitimidade das antigas classes dirigentes, que foram paralisadas pela crise e se tornaram incapazes de compreender a condição de seus projetos (Latour e Schultz, 2020).

Em “Memorando sobre a nova classe ecológica”, Latour e Schultz (2020) discutem se a ecologia é capaz de organizar a política em torno de si tal como feito por outras classes. Os autores consideram que uma das características da classe ecológica é a preocupação com as questões da habitabilidade da terra. Diferente da preocupação com as forças produtivas, como é o caso do socialismo e

o liberalismo, a nova classe ecológica se preocupa com o meio. Por consequência de suas preocupações e interesses, a nova classe ecológica possui uma visão mais ampla, mais complexa da história e até mesmo da geohistória. Os autores argumentam que a classe ecológica precisa lutar em duas frentes: contra a globalização ilusória e contra a volta ao interior das fronteiras, “uma vez que os dois movimentos são desconectados das questões de habitabilidade” (Latour e Schultz; p.39).

Se posicionarmos a agroecologia sob os holofotes de tais articulações teóricas, perceberemos que ela, além de poder ser considerada uma ecologia de práticas, como citado anteriormente, também se refere a um tipo de articulação da nova classe ecológica, na medida em que atua contra a globalização, as fronteiras - aqui representado pelos projetos de *plantations* que torna global as monoculturas, enquanto promove separações ontológicas - e se preocupa com as questões de habitabilidade da terra, uma vez que busca resgatar saberes e relações esquecidas e invisibilizadas pelas práticas coloniais e modernas.

Dessa maneira, se a agroecologia pode ser compreendida enquanto uma articulação daqueles que se preocupam com as questões de habitabilidade da terra, parece pertinente compreender como a agroecologia se articula em relação à cada particularidade dos coletivos que a praticam. A relação entre conhecimento e prática dentro da agroecologia, de acordo com Dias et. al. (2021) só é possível a partir da educação. Gomide (2021) considera que

a agroecologia pode reconstruir os ecossistemas e a intervenção humana de forma a reduzir o processo de transformação destrutiva do meio ambiente e se coloca como uma ferramenta didática, política e ecológica de recuperação do metabolismo ser humano – natureza (...) fundamental para o enfrentamento dessa nova era geológica em que estamos. (p.129)

Para a educação em ciências, a agroecologia também pode ser considerada enquanto uma prática que reativa e reconhece outros modos de fazer-mundo, modos estes que resistem ao habitar colonial, como as roças indígenas e os quilombos. Desse modo, podemos considerar a agroecologia enquanto uma ecologia de práticas da nova classe ecológica. Essa percepção levanta o questionamento de como a

prática agroecológica organiza a educação da nova classe ecológica e seus objetivos de aprendizagem. Essas preocupações de uma educação em ciências da nova classe ecológicas nos levam a outros patamares que ainda não conhecemos e que, uma vez seguidos, não sabemos onde podem nos levar. Entretanto, percorrer esse caminho é fundamental se quisermos resistir ao habitar colonial e fazer jus a outros modos de habitar o mundo.

As resistências agroecológicas e as relações multiespecíficas que as originam, nos permite fugir dos vínculos de captura que envenenam continuamente a educação em ciências. Os vínculos de captura que herdamos do colonialismo ainda nos impedem de construir novos modos de vivermos e aprendermos juntos. Torna-se necessário que sejamos capazes de retomar a arte do cuidado (Stengers, 2023). Somente o cuidado nos fará desacelerar e começarmos a nos importar com as questões que dependem do momento no qual vivemos. Desacelerar a educação em ciências, ter cuidado e dar visibilidade para outros modos de fazer-mundo, representa o espaço para a reflexão, para a construção de relações éticas e para a incorporação de outras ontologias nos processos de produção de conhecimento. Dito isso, precisamos nos tornar sensíveis às experiências outras que são constantemente silenciadas. Somente assim conseguiremos encontrar modos de construir uma educação em ciências que nos permita aprender juntos a resistir ao habitar colonial.

Agradecimentos

Karla Magna é grata à FAPEMIG pela bolsa de doutorado. Francisco Ângelo Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa e pelo apoio financeiro.

Referências

CALDERÓN-CISNEROS, A.i; SANTIZ, C. I., Del huerto al territorio: la agroecología como estrategia para la defensa de la tierra y el derecho a decidir entre mujeres indígenas de Chiapas. **Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional**, v. 32, n. 60, 2022.

- DIAS, A. P.; STAUFFER, A. D. B.; MOURA, L. H. G. D.; VARGAS, M. C., **Dicionário de agroecologia e educação**. Expressão popular, 2021.
- FARIAS, M. N.; FALEIRO, W., Educação dos povos do campo no brasil: colonialidade/modernidade e urbanocentrismo. **Educação em Revista**, v. 36, p. e216229, 2020.
- FERDINAND, M. **Uma ecologia decolonial: pensar a partir do mundo caribenho**. São Paulo: Ubu Editora, 2022.
- GOMIDE, P. H. O.; Falcão, M. T. (Org.). **Sociobiodiversidade Amazônica: Saberes, olhares e práticas agroecológicas**. Boa Vista: editora da UERR, v. 1, n. 1., 2021, 208 p
- GONÇALVES, K. M. S.; COUTINHO, F. A. Ecologizar para abrir espaço para múltiplas e potentes ontologias. **CTS em foco**, v. 4, p. 56-62, 2024.
- HARAWAY, D. **Staying with the trouble: Making kin in the Chthulucene**. Duke University Press, 2016.
- LATOURE, B. **Jamais fomos Modernos: ensaio de antropologia simétrica**. Rio de Janeiro: Editora 34/ Coleção TRANS. 1994.
- LATOURE, B; SCHULTZ, N. **Memorando sobre a nova classe ecológica: como fazer emergir uma classe ecológica, consciente e segura de si**. Editora Vozes, 2022.
- MELZER, E. E. M., Educação do e no Campo e agroecologia: novos caminhos para a educação científica. **Revista de Políticas Públicas e Gestão Educacional (POLIGES)**, v. 3, n. 1, p. 137-155, 2022.
- NANNINI, W. T., A consolidação do agronegócio como modelo de produção hegemônico no Brasil e as externalidades da sua expansão. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 4, n. 1, p. 72–127, 2022.

- NANNINI, W. T.; MARCUSSO, M.; “DE OLHO NO MATERIAL ESCOLAR”: O AGRO QUER SER POP NAS ESCOLAS COMBINANDO FORÇA E CONSENSO. **PEGADA - A Revista da Geografia do Trabalho**, v. 25, n. 1, p. 319-350, 2024.
- PETRI, M.; FONSECA, A. B., Entre a Educação Ambiental e a Agroecologia: Um olhar sobre as Escolas Famílias Agrícolas (EFAs). **Ambiente & Educação - Revista de Educação Ambiental**, v.25, n.2, 2020.
- ROSE, Deborah Bird. Shimmer: quando tudo que você ama está sendo destruído. **Cadernos De Campo (São Paulo - 1991)**, v. 33, n. 1, p. e215488-e215488, 2024.
- ROSSET, P. M. et al., Agroecología y La Vía Campesina II. Las escuelas campesinas de agroecología y la formación de un sujeto sociohistórico y político. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 58, p. 531-550, 2021.
- STENGERS, I. Reativar o animismo. **Caderno de leituras**, v. 62, p. 1-15, 2017.
- STENGERS, I.; **Uma Outra Ciência é Possível: Manifesto Por Uma Desaceleração das Ciências**. Bazar Do Tempo, 2023.
- TELLES, L. et al. Gender, neoextractivism and agroecology: Feminist perspectives on environmental conflicts. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 6, n. 1, 2024.
- TONINI, H.; DOLCI, T. S., Turismo Rural e Novos Mercados para Produtos Alimentares Agroecológicos: Estudo de Caso da Rota Via Orgânica/Rural Tourism and New Markets for Agro-Ecological Food Products: The Case Study of Via Organica Route. **Revista Rosa dos Ventos-Turismo e Hospitalidade**, v. 12, n. 3, 2020.
- TSING, A., Margens indomáveis: cogumelos como espécies companheiras. **ILHA**. vol. 17, n. 1, jan/jul, 2015.

TSING, A., **Viver nas ruínas**. Brasília: IEB Mil Folhas. 2019.

WEDIG, J. C., Colonialidade, apropriação da terra e resistências de mulheres camponesas através da agroecologia. **Anais da ReACT-Reunião de Antropologia da Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 5, 2022.

Mariana Dias Duarte Borchio
Pedro Castilho
Francisco Ângelo Coutinho

FUTUROS ANCESTRAIS: UM JOGO QUE APRESENTA CONCEITOS DE GAIA E ANTROPOCENO



⁴⁰Apresentaremos neste capítulo o jogo denominado “Futuros ancestrais: dezumbificando a vida em Gaia” desenvolvido no contexto do Mestrado profissional da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (FAE/UFMG) pela primeira autora sob a orientação e coorientação dos coautores deste capítulo. O jogo, indicado para pessoas a partir dos 8 anos de idade, é sobre a vida e está amparado nos conceitos de Gaia e Antropoceno para apresentar uma situação hipotética de zumbificação da vida na Terra e convida os participantes a colaborarem agindo como redondezas, regidas por condições estabelecidas por sorteio de cartas de elementos mestres (água, vento, sol e rocha), com as bactérias, também apresentadas por cartas que descrevem os elementos necessários e os produtos de seu metabolismo, para a construção de futuros não zumbificados para a vida no planeta.

O Antropoceno é apresentado no jogo como o conceito mobilizador das ações dos jogadores e a estratégia para enfrentamento da catástrofe apresentada, a zumbificação das formas de vida, está intrinsecamente ligada com as relações entre elementos orgânicos e inorgânicos presentes na zona crítica. A "zumbificação da vida", conforme interpretamos no âmbito da teoria de Gaia de James Lovelock, refere-se a um estado em que parte dos sistemas vivos da Terra sobrevivem em formas degradadas ou mecanizadas, perdendo as potências de agir por um desequilíbrio autopoietico. Essa condição está ligada à ação de alguns humanos, que interferem no equilíbrio dinâmico e auto regulador do planeta, sendo pelo acúmulo de nanoplástico, seus efeitos nas mitocôndrias e consequentemente no metabolismo dos organismos multicelulares, que plantas, fungos e animais são reduzidos a verdadeiros "zumbis".

⁴⁰ Esse texto apresenta parte da dissertação para conclusão de mestrado profissional da primeira autora no FAE/UFMG. O texto completo e o recurso educacional estão disponíveis no repositório da referida faculdade, link: <https://promestre.fae.ufmg.br/dissertacoes-do-promestre/> título da dissertação: UMA PROPOSTA DE UM JOGO QUE APRESENTA AS NOÇÕES DE GAIA E ANTROPOCENO: Humanidades Científicas e o ensino sobre a vida para estudantes do Segundo Ciclo do Fundamental I.

A contextualização do jogo apresenta a vida como fenômeno de transmutação da energia solar em ciclos materiais e energéticos, sustentada por uma aliança cruzada entre os reinos dos seres vivos (Margulis; Sagan, 2002, p. 201). Além disso, apresenta que esse processo evolutivo, compartilhado entre humanos com não-humanos e não-vivos, se encontra agora situado no Antropoceno e em permanente transformação. Por fim explicita que, este local no qual residimos, faz parte de uma fina camada carregada das condições de existência que a vida moldou.

O deslocamento da agência para os elementos mestres inorgânicos (rocha, ar, água e vento) e para as bactérias coloca para os jogadores os desafios de pensar a vida como uma composição extra-humana. A atenção se volta para os elementos químicos envolvidos no metabolismo das bactérias e os fluxos de energia e de matéria envolvidos na sustentação de um planeta habitável e é a ampliação da noção de vida para um sistema que envolve elementos presentes na terra, os microrganismos e o universo, que faz com que os jogadores se envolvam com as questões relativas à educação em ciências na Zona Crítica.

Pressupostos Teóricos

A hipótese Gaia, proposta por James Lovelock, um pesquisador independente e ambientalista, que comparou a atmosfera da Terra com a de Marte para determinar se existia vida em Marte, explicita como os mecanismos de regulação da Terra estão ligados aos componentes vivos e não vivos do planeta, por meio dos quais há uma constante reciclagem dos elementos. O funcionamento da Terra pode ser comparada ao funcionamento de um superorganismo, como descrito por James Lovelock que identificou que, “a mistura química de metano e oxigênio na atmosfera terrestre” (Margulis; Sagan, 2002, p. 27) é esquisita pois, assim como outros gases, considerando-se as normas padronizadas das misturas químicas, deveriam reagir com o oxigênio tornando-se indetectáveis.

Nessa maneira de pensar, o ambiente em que a vida na Terra se situa não é um plano de fundo, ou seja, processos aparentemente inanimados que envolvem rochas, água, vento e sol também possuem mediações nesse sistema evolutivo denominado Gaia. Nesse sistema

evolutivo, todos os animais constroem tecnologia com o corpo e com o meio ao seu redor. As formas de habitar o planeta não produzem efeitos isolados, por isso, para pensar a vida no planeta, podemos nos valer da noção de ecossistemas em que todos os animais, inclusive os humanos, contribuem para a abundância ou destruição da vida que aqui deixa de ser pensada na lógica de um organismo isolado, para uma composição maior de partes.

Apesar do Antropoceno ainda não encontrar um reconhecimento oficial como uma nova época geológica, ele nos apresenta reflexões potentes, como destacado no trecho abaixo:

Eu, juntamente com outras pessoas, penso que o Antropoceno é mais um evento-limite do que uma época Antropoceno marca descontinuidades graves; o que vem depois não será como o que veio antes. Penso que o nosso trabalho é fazer com que o Antropoceno seja tão curto e tênue quanto possível, e cultivar, uns com os outros, em todos os sentidos imagináveis, épocas por vir que possam reconstituir os refúgios (Haraway, 2016, p. 2).

Nesse trecho, Donna Haraway destaca a importância do conceito de Antropoceno, que é um evento limite compartilhado pelos terrestres. Lorimer (2017) coloca que a proposição do termo antropoceno extrapolou o campo das Ciências do Sistema Terrestre e catalisou um evento cultural mais amplo, com implicações ontológicas, epistêmicas, políticas e estéticas, que tiveram um alcance em praticamente todos os ramos do conhecimento científico, político, artístico e filosófico.

Ao pensarmos a vida como fenômeno de transmutação da energia solar em ciclos materiais e energéticos, sustentada por uma aliança cruzada entre os reinos dos seres vivos (Margulis; Sagan, 2002, p. 201), podemos tomar o ensino sobre a vida como algo aberto e não finalizado e, por isso, proponho pensar o ensino sobre a vida como uma questão de interesse (Latour, 2020a) distribuída por mundos diversos, compostos pelos estudantes e seus coletivos. Esse processo evolutivo, compartilhado entre humanos com não-humanos e não-vivos, se encontra agora situado no Antropoceno e em permanente transformação.

O conceito de Zona Crítica empurra as agências para os microrganismos, as plantas, os processos tectônicos, litológicos, hidrológicos, climáticos e biológicos. Esses processos ocorrem em várias escalas de tempo de eras a segundos, por isso a Zona Crítica é um sistema aberto no qual a energia e a matéria são transportadas e transformadas. Ao considerar as interações acopladas que controlam os ciclos biogeoquímicos e os fluxos de energia e matéria, a ciência da Zona Crítica fornece uma estrutura nova e unificadora para a análise dos processos que são críticos para sustentar um planeta habitável.

Pensadores decoloniais alertam para a emergência de pensarmos os processos que tornam o planeta habitável. Krenak (2019) fala da importância e da potência da diversidade humana e não humana, destacando como a imposição colonial de uma forma de habitar o planeta, centrada em um grupo de humanos e imaginada como superior, tem empurrado a vida na Terra para momentos de catástrofe. Frente a necessidade de modificar essa suposição que limita a percepção sobre o que é a vida e, consequentemente, a imaginação de futuros para a vida na Terra, o autor propõe que “talvez o que a gente tenha de fazer é descobrir um paraquedas. Não eliminar a queda, mas inventar e fabricar milhares de paraquedas coloridos, divertidos, inclusive prazerosos” (Krenak, 2019, p. 31). Essa proposição serviu de inspiração para a imaginação e construção do recurso pedagógico, um jogo já que estamos falando do ensino sobre a vida para crianças, buscamos com o lúdico (Mardell *et al.*, 2016) mobilizar o interesse e a resiliência dos estudantes no enfrentamento das temáticas.

Apresentação do jogo

No fazer pedagógico da autora, os conceitos de Antropoceno e Gaia, estudar sobre as mitocôndrias, o ciclo do carbono, direitos humanos, buscar práticas colaborativas com humanos e não humanos (canteiros e culinária, por exemplo), entre outros, foram identificados como oportunidades para o estabelecimento de redes com os objetos do conhecimento da BNCC do ensino fundamental e inspiraram as proposições presentes no jogo, como evidenciado pela imagem (Figura 7.1) abaixo:

futuros, buscou-se uma aproximação com o faz de conta, os super-heróis, os animes, entre outras narrativas contemporâneas que produzem um efeito de enamoramento e desejo nas crianças em função do seu caráter mágico ou fantástico.

Figura 7.2: Pétala 1 e tabuleiro

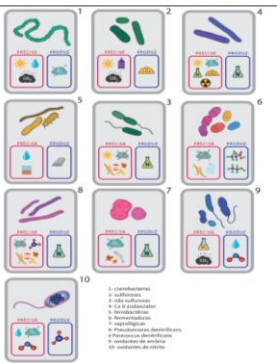
	Pétala 1: Em um futuro não muito distante, os depósitos de nano plástico no ambiente e nas células dos organismos vivos passaram a gerar um desequilíbrio na produção de energia para a vida de fungos, plantas e animais. Uma espécie de pane aconteceu na organela chamada mitocôndria que está em cada célula desses organismos e funciona como usina química, gerando a energia que move a vida. Por isso, eles precisaram sacrificar alguns dos seus processos e ações no mundo, o que promoveu a zumbificação dessas formas de vida.
	O Homo Sapiens Sapiens, por exemplo, passou a viver com menos de 70% da energia necessária e seu corpo precisou recorrer a fermentação de açúcares nas células dos músculos. Em um processo de cansaço e exaustão permanente seus corpos passaram a se mover com dificuldade. Nas cidades, os processos afetivos e mentais passaram a ser mediados e dominados por telas e computadores, por meio dos quais realizavam as atividades de estudo, trabalho e lazer. Os povos do campo e das florestas também foram afetados e, cada um à sua forma, construiu sua própria alternativa e tecnologias para viver com essa nova condição.

Fonte: Elaborado pela autora a partir do manual do jogo.

Ao buscar inspiração nas bactérias que participam do ciclo do carbono, entre outras, (Figura 7.3) e justificar a zumbificação por uma

afecção na mitocôndria⁴¹, buscou-se uma reconexão com os processos do nosso planeta, com as demais formas de vida – animais ou vegetais –, com o corpo do humano e suas necessidades. Os processos da natureza e do universo (Figura 7.3) apresentados no jogo, as diversas narrativas possíveis sobre eles, possuem caráter fantástico e grandioso.

Figura 7.3: Cartas de bactéria e pétala 2.



Pétala 2:

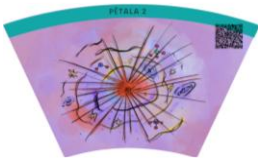
Para entendermos como isso aconteceu, é preciso lembrar algumas coisas sobre a vida: muitas das substâncias que compõem a vida são oriundas da explosão de uma supernova há 13,8 bilhões de anos atrás e que se deu numa implosão gravitacional de rocha derretida, num turbilhão de metais e gases como amônia, sulfeto de hidrogênio e metano superaquecidos e espiralados por relâmpagos, por meio da qual surgiu o universo e o Sistema Solar.

Naquela época, no Sistema Solar, os oceanos pairavam suspensos numa esfera de vapor que encobria o Sol. Abaixo desses vapores, compostos orgânicos, como formaldeído e cianureto, se formaram naturalmente no espaço.

O Sol se inflamava, jorrando intensa radiação capaz de empurrar para longe atmosferas planetárias e o gás nitrogênio aos lugares mais externos do Sistema Solar.

Ficou curioso? Quer entender mais, assista -Flecha 2: https://youtu.be/_jVxOs7ohpQ

QR CODE com link para o vídeo disponível no desenho da pétala.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de manual do Jogo.

⁴¹ As mitocôndrias, que estão dentro das células de animais, plantas, fungos, funcionam como usinas químicas provendo o metabolismo e tem sua origem em simbioses bacterianas. Essa origem pode ser constatada pela análise do DNA dessas organelas que se mostraram excelente recurso didático que retira a vida de uma lógica antropocêntrica e apresenta a dimensão do microcosmos e seus multiversos. Para mais saber Margulis, 2022.

Além disso, o uso de imagens para tornar a jogabilidade fácil intenciona construir “paraquedas coloridos” e tornar o processo de enfrentamento de alguns paradigmas relacionados ao Antropoceno, a lógica de vida colonial e ao pensamento moderno mais prazeroso, como sugeriu Krenak em *Ideias para Adiar o Fim do Mundo*. Dessa forma a jogabilidade fácil busca equilibrar a densidade dos conceitos e da narrativa apresentada na contextualização.

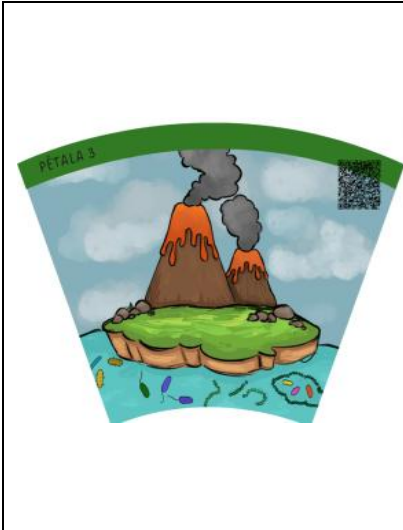
As pétalas buscam apresentar uma narrativa contra hegemônica sobre a vida (Figura 7.4), ou seja, sem a lógica binária que separa cultura e natureza, são utilizados alguns dos vídeos disponíveis no Canal Selvagem no youtube denominados Flechas⁴² que apresentam a intrínseca relação das narrativas científicas e as mitologias dos Povos Originários⁴³, tornando possível a ação de inserção desses significantes contra-coloniais nos espaços de escolarização.

⁴² Disponível em:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLYysvnBmz4S32JaJupR9X815Kp5OkK3YE..>

⁴³ Em especial das Américas e da África que foram duramente atacadas pelos colonizadores, mas que se mantiveram vivas e resistem até hoje como patrimônios materiais e imateriais.

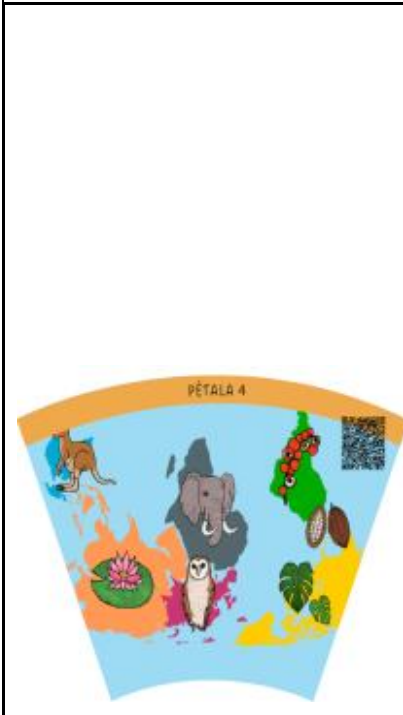
Figura 7.4: Pétalas 3 e 4.



Pétala 3:

Há aproximadamente 3.900 milhões de anos, alguns bilhões de anos depois, numa Terra muito diferente da de hoje, surgiram as tataravós de todas as formas de vida do planeta: as bactérias.

Essas formas de vida, que se multiplicavam em formas, metabolismo e cores, por meio da simbiogênese, cooperavam entre si e, ao mesmo tempo, começaram a moldar e reutilizar os materiais encontrados naquela Terra primitiva e, assim, a produzir novos compostos, inclusive sólidos. A vida iniciou aí o ciclo de construção do meio ambiente, transformando uma camada da Terra em Gaia.



Pétala 4:

Assim como as nossas tataravós, as bactérias, todas as formas de vida que surgiram depois passaram a depositar produtos como carbonato de cálcio, ferro e sílica que transformaram Gaia. O Homo Sapiens Sapiens, um animal que se espalhou pelo globo terrestre, passou a se organizar de diferentes formas e a estabelecer diferentes relações com Gaia.

Uma dessas populações de Homo Sapiens habitava um território que foi se tornando adoecido. Essa população, que construiu tecnologias inspiradas nos saberes com os quais se deparou na relação com Gaia, foi elaborando um jeito para se pensar melhor ou superior ao que resolveu chamar de natureza, chegando a acreditar não fazer parte dela.

Sem refletir sobre suas contribuições para o adocimento do seu habitat, alguns deles resolveram sair em busca de novos espaços para explorar.

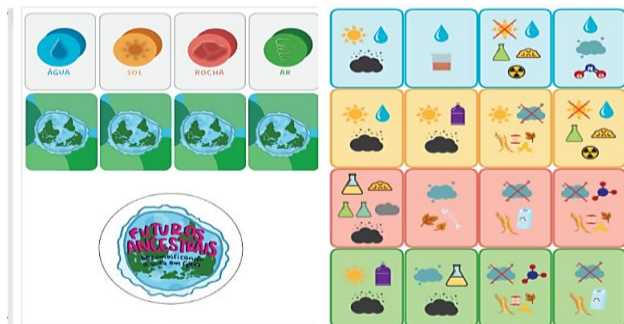
	O bem mais precioso que essa população tentava roubar dos demais habitantes dos locais que invadiu, foi o lugar de fala. Em uma tentativa de impor uma única forma de viver, passou a tentar destruir as memórias, línguas e religiões das outras culturas e substituí-las por outras que lhes beneficiassem. Essa estratégia foi se tornando sua maior arma de dominação. Ficou curioso? Quer entender mais, assista: Flecha 6: https://youtu.be/PeMBCABxXCQ?si=xC3xbaintwDfrmtQ QR CODE com link para o vídeo disponível no desenho da pétala.
--	--

Fonte: Elaborado pela autora a partir do manual do jogo

A teoria de Gaia de James Lovelock é apresentada com o intuito de dar centralidade à noção da importância da cooperação entre vivos e não-vivos para manutenção da vida da Terra e redistribuir as potências de agir. A atenção aos processos da Zona Crítica se dá pela escolha dos personagens bactérias e elementos mestres (água, sol, rocha e vento) distribui as potências de agir entre esses e outros actantes (Figura 7.5), como o nano plástico⁴⁴, cujo excesso de depósitos no ambiente é consequência da ação dos humanos modernos na terra, e se torna o agente responsável pela zumbificação da vida, ou seja, nos processos biogeoquímicos e nos fluxos de energia da vida.

⁴⁴ O plástico pode ser pensado como um feral, como proposto por Tsing (2019): “Organismos que, no passado, combinaram-se bem com os outros tornaram-se fortalecidos pelas transformações da paisagem industrial em larga escala e pela conquista humana, assumindo comportamentos que bloqueiam as acomodações interespecies de longa data. Como as transformações industriais e imperiais da paisagem são extensas e poderosas em todo o planeta, nenhum de nós pode escapar dos perigos dessas novas ecologias ferais. ‘Feral’ aqui se refere a reações não projetadas de não humanos às infraestruturas humanas.” (Tsing, 2019, p. 14).

Figura 7.5: Cartas de sorteio e condições de agir dos elementos mestres.



Fonte: Elaborado pela autora a partir do manual do jogo.

A lógica da cooperação (Figura 7.5) para se atingir os objetivos do jogo tem o intuito de reforçar uma postura diferente da predação e promover uma experiência diversa. A necessidade da atenção à jogada de todos para deduzir e testar hipóteses sobre as condições de agir dos elementos mestres, que compõem as redondezas, para alocar as bactérias de forma correta apresenta a lógica do método científico e sua proximidade com processos cotidianos da nossa vida.

O conceito de *Antropoceno* é apresentado no jogo como uma forma tanto de formalizar a gravidade da crise climática por qual planeta passa, quanto apresentar a colonialidade do saber ou a lógica colonial que sustenta a universalização imposta da forma moderna de produzir conhecimento e habitar o planeta (Figura 7.6).

Figura 7.6: Pétalas 5 e 6

	Pétala 5: Esses desbravadores, por se verem como modernos e os outros como ultrapassados, não estavam dispostos a aprender de forma respeitosa com as outras culturas tão sabidas em tantos aspectos - em especial no respeito com os demais moradores de Gaia. Esse movimento iniciou um processo de destruição que foi se tornando generalizado. O jeito moderno de viver promoveu grande manipulação dos elementos e compostos como: emissão de carbono, desmatamento, uso de agrotóxicos. Além disso, foram desenvolvidos novos compostos, como o plástico. Ao longo de séculos debateu-se sobre os efeitos nocivos desse jeito de habitar o planeta, alguns cientistas propuseram a ideia de que a Terra estava entrando numa nova época geológica que deveria se chamar Antropoceno. Muitas sociedades extra-modernas (Povos Indígenas, Quilombolas, Campesinos, Ribeirinhos...) resistiram à lógica colonial e ao fim dos seus mundos e formas de viver. Contudo, progressivamente, as guerras, o desejo pelo lucro e a concentração de poder político e econômico impossibilitaram ações conjuntas para impedir a progressão das ações vistas como “modernas” sobre Gaia.
---	--

	Pétala 6: Por isso, num futuro não muito distante, naquele mundo zumbificado pela ação do plástico, as bactérias passarão a ser, novamente, os seres vivos que, em conjunto com os elementos mestres: Sol, água, vento e rochas; seguirão agindo em Gaia e construindo as condições para a vida. Mais do que nunca a frase: “O futuro é ancestral”, de um sábio chamado Ailton Krenak, passou a fazer sentido. Num novo tempo geológico para o qual a Terra foi empurrada pela ação de alguns humanos que se pensavam “modernos”, somente as bactérias poderão, mais uma vez, cooperar com os elementos mestres como regenerantes de Gaia. Você está convidado a agir como um dos elementos mestres (água, vento, sol e rocha), em conjunto com as bactérias, para um futuro em que as demais formas de vida recuperem suas potências de agir para além da zumbificação dos corpos e, para o Homo Sapiens Sapiens, uma oportunidade para viver livre da homogeneização das formas de agir e viver em Gaia. Ficou curioso? Quer entender mais, assista: Flecha3: https://youtu.be/Q2IS8YhphHwsi=Sv4BLo3e6PqnXGLO QR CODE com link para o vídeo disponível no desenho da pétala
---	--

Fonte: Elaborado pela autora a partir do manual do jogo.

Na ilustração da última pétala, vemos uma construção em ruínas, em referência à Tsing (2019) que coloca como o capitalismo e sua escalabilidade produz infraestruturas em excesso e que acabam se tornando ruínas:

Projetos que podem se expandir por meio de escalabilidade são a menina dos olhos da modernização e do desenvolvimento. Agronegócio expandido. Populações biológicas expandidas. Abordagens escaláveis para o conhecimento expandido. Aprendemos a conhecer o moderno pela sua capacidade de escalar. A expansão escalável reduziu o que antes era um oceano de diversidade a algumas poças remanescentes. Os defensores desse projeto pensaram que haviam compreendido o mundo, mas foram confrontados com dois problemas: primeiro, a capacidade de expansão ficou fora de controle; segundo, a escalabilidade deixou ruínas em sua esteira. Efeitos não escaláveis que antes podiam ser varridos para debaixo do tapete passam a assombrar todos nós (Tsing, 2019, p. 100).

A proposição da desomogeneização das formas de agir e viver em Gaia vem em oposição à lógica de narrativa e forma de ser única ou superior que tende a aprisionar o pensar e o viver. A proposta seria estabelecer uma relação que possibilite a compostagem de diversos saberes e o reconhecimento da pluralidade das potências de agir presentes na fina camada que compõem o mundo no qual vivemos que também é o mundo do qual vivemos. As proposições presentes no jogo abrem espaço para o reconhecimento da pluralidade de mundos compostos pela diversidade das potências de agir que podem ser exploradas nos processos de ensino e aprendizagem.

Avaliação do jogo

Após aprovação do Comitê de ética em Pesquisa (COEP), foi estabelecida anuência ou consentimento com direção, responsáveis e estudantes de 5 turmas de 4 escolas (2 privadas e 2 públicas) no município de Belo Horizonte para a experimentação e avaliação do jogo.

A reação das crianças às proposições do jogo, seus comentários, críticas, elogios, sugestões durante e depois da experiência foram o objetivo, não havendo interesse em dados pessoais de qualquer ordem das crianças. O resultado foi avaliado a partir das opiniões das crianças/ jogadores coletadas ao longo do jogo e por meio de roda de conversa ao final da experiência do jogo.

A análise de dados será realizada a partir da ANT - Teoria ator-rede (Latour, 2012) que se propõe como uma forma de analisar

fenômenos do campo social sem negligenciar “a natureza heterogênea dos ingredientes que formam os laços sociais” (Latour, 2012, p 71). Essa forma proposta seria uma forma de inibir o que foi construído:

Na longa e acidentada história de suas disciplinas, os cientistas sociais, sociólogos, historiadores, geógrafos, linguistas, psicólogos e economistas tiveram de multiplicar - como seus colegas das ciências naturais - funções para fazer frente à complexidade, diversidade e heterogeneidade da ação exigida. Cada qual precisou encontrar uma maneira de coibir os muitos estranhos sempre se intrometendo como convidados indesejáveis em tudo aquilo que fazemos (Latour, 2012, p. 74).

Na ANT o interesse se desloca para a ação, que deve permanecer como surpresa, mediação, acontecimento e, a partir das ações, o social, pode ser reagrupado de várias maneiras pois o “ator” da “expressão hifenizada ‘ator-rede’, não é a fonte de um ato e sim o alvo móvel de um amplo conjunto de entidades que enxameiam em sua direção” (Latour, 2012, p. 75).

Cada um dos coletivos instaurados nas experimentações com o jogo foi considerado como um grupo social, estabilizado pelo propósito do jogar e a análise se interessou pelas ações mobilizadas pelo jogo, ou seja, o que o jogo fez os coletivos fazerem. A análise do jogo considerou a relação dos coletivos com a contextualização histórica que apresenta a zumbificação, contato com as regras do jogo, a partida ou jogada em si e a roda de conversa em que a pesquisadora investigou a opinião das crianças sobre a contextualização/história, o vídeo do canal selvagem, a jogabilidade e as sugestões das crianças para esses itens como possibilidade de melhorá-los, além disso, foi investigada a relação dos assuntos do jogo com os vivenciado em sala de aula e as opiniões das crianças sobre a relevância do ensino sobre o Antropoceno e a teoria de Gaia para estudantes do Segundo Ciclo do Fundamental I.

A primeira experiência foi com o 5º ano da Escola Municipal George Salum, a segunda foi no contraturno (escola integrada) da Escola Municipal Benjamin Jacob com estudantes do 4º e 5º anos que permanecem em turma ciclada nesse momento, a terceira foi com a turma do 4º ano da Escola Municipal George Salum, a quarta experiência foi com a turma ciclada de 4º e 5º anos da Escola Casa

Viva e a 5^o experiência com a turma ciclada de 4^o e 5^o anos do Centro Lúdico de Interação e Cultura (CLIC!), sendo as duas primeiras escolas da rede pública e as duas últimas escolas da rede particular, todas localizadas no município de Belo Horizonte (Minas Gerais). Relevante destacar que a pesquisadora foi professora da turma da última escola pesquisada e, por isso, muitos os temas mobilizadores e conceitos apresentados no jogo já eram familiares para esses estudantes.

Considerando a contextualização, momento em que foi realizada a leitura das pétalas e a apresentação do vídeo denominado flecha 2: O sol e a flor⁴⁵ do canal selvagem. Durante a leitura e a passagem do vídeo as turmas ficaram majoritariamente em silêncio ou respondendo às perguntas da pesquisadora, que, em todas elas, se deteve à compreensão do sentido das palavras: nano plástico, mitocôndria, zumbificação, antropoceno, gaia e na imagem das caravelas (pétala 5); para verificar o entendimento dos estudantes. Todas as turmas conseguiram inferir o sentido de nano plástico, a partir da derivação do micro plástico, somente a turma do CLIC! sabia o que eram mitocôndrias, Antropoceno e Gaia e foi possível observar que isso foi determinante para a relação dos estudantes com a história. As quatro primeiras turmas que tiveram contato com esses conceitos no contexto da pesquisa, reagiram a história como algo de difícil compreensão, contudo, em todas elas, as crianças se disseram interessadas por conhecer melhor a temática, seja lendo novamente a história ou assistindo a mais vídeos do canal selvagem, sendo unânime a avaliação positiva do vídeo. Frente às sugestões, ao longo dos dias, a história foi sendo editada e reduzida pela pesquisadora.

As regras do jogo, que também sofreram modificações ao longo das partidas. Na primeira turma foi identificada a necessidade de: melhor explicação sobre condições dos elementos mestres, por exemplo na redondeza do elemento sol podemos ter condições com presença ou ausência de sol; criação de um monte de descarte de bactérias para as quais no momento do sorteio as crianças já

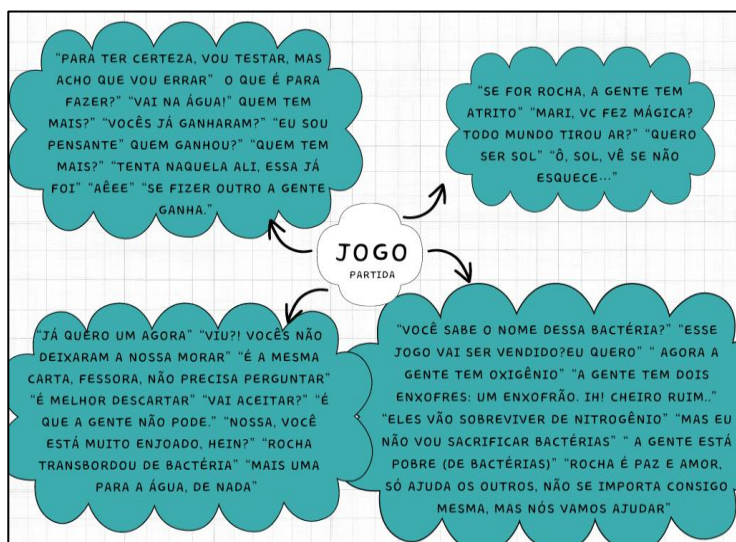
⁴⁵Vídeo disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_jVxOs7ohpQ.

identificavam não ser adequadas a nenhuma das redondezas, deixar claro na regra que podem sobrar elementos extras ao que a bactéria usa na redondeza, só não pode faltar elemento necessário ao metabolismo da bactéria e, por fim, retirada da regra sobre a assembleia em função do não uso do espaço, pois o diálogo entre os grupos ficou diluído de forma orgânica entre as jogadas. Como em todas as turmas o comportamento em relação a assembleia foi o mesmo, essa regra foi retirada do jogo. Na Casa Viva, como o número de estudantes com consentimento foi maior, identificou-se a necessidade de estabelecer um limite de jogadores. Além dessas sugestões que foram incorporadas, outras foram apontadas, sendo algumas relativas à complexificação das cartas de bactérias ou inclusão de nova fase para o jogo, que, apesar de serem interessantes, extrapolaram as condições da formação da pesquisadora e de tempo para elaboração no contexto do mestrado profissional. Por fim, houve uma sugestão referente ao aspecto colaborativo do jogo, a qual vamos nos debruçar ao analisar a próxima etapa, a partida ou a jogada em si.

Nas partidas observou-se uma apropriação das regras de forma rápida, ou seja, logo os grupos ficaram autônomos. As crianças mantiveram-se focadas ao longo do jogo e interagindo de forma leve (Figura 7.7), com brincadeiras entre si, cantando músicas a partir do elemento sorteado e buscando colaborar ou palpitar sobre as hipóteses, o que fez com que ficassem atentos às jogadas uns dos outros. Ao longo das partidas as crianças vibraram e comemoraram coletivamente os acertos e, nesses momentos, foi possível perceber que os grupos adentraram a lógica da cooperação. O aspecto do desejo pela competição entre os grupos esteve presente nos quatro primeiros grupos, vale destacar que o último coletivo de jogadores já conhecia a pesquisadora e as propostas colaborativas sempre estiveram presentes nas suas aulas. As crianças observaram atentamente o acréscimo da quantidade de bactérias por redondezas, sendo que algumas conseguiram extrapolar a quantidade mínima estipulada (quatro), em alguns momentos esse aspecto foi apropriado para pretexto de uma competição entre os elementos, mesmo com a pesquisadora reforçando várias vezes que era um jogo colaborativo. No primeiro grupo esse desejo por acumular mais cartas de bactérias fez com que uma equipe deixasse de dar uma bactéria para a outra redondeza e o grupo não atingiu os objetivos do jogo. Em uma das escolas o incômodo foi tão grande que uma das sugestões durante a

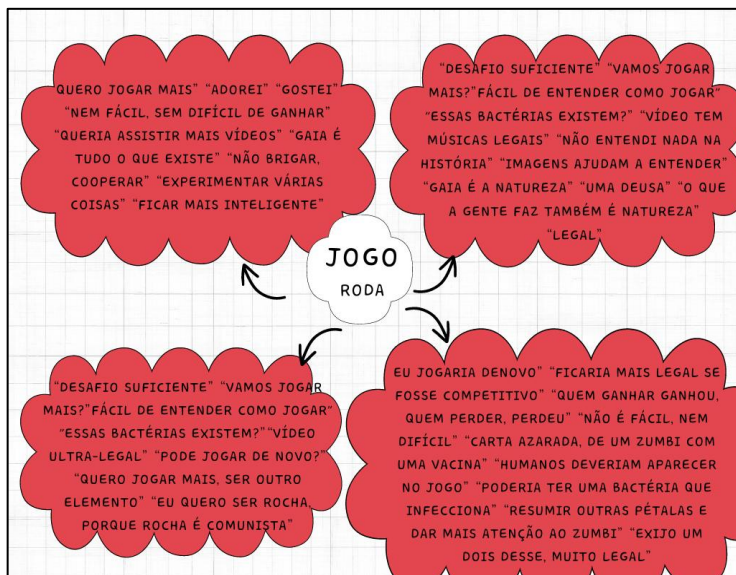
roda de conversa foi alterar as regras do jogo para uma competição e a pesquisadora precisou debater com o grupo sobre as ideias de cooperação presentes na contextualização. Na última escola, os estudantes passaram a observar as redondezas que mais contribuíam com o objetivo geral ou auxiliaram as outras na alocação de bactérias e a classificá-las como “paz e amor” (Figura 7.8) ou adjetivar o elemento como “comunista”, reconhecendo uma postura de maior cooperação.

Figura 7.7: Falas crianças durante a partida.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 7.8: Fala crianças durante roda de conversa.



Fonte: Elaborado pela autora

No último momento da pesquisa, a roda de conversa (Figura 7.8), foi investigado sobre a opinião dos estudantes sobre a jogabilidade, a história e os vídeos, assim como, sobre o ensino dos conceitos de Gaia, e a lógica da cooperação para a manutenção da vida, e do Antropoceno para estudantes do segundo ciclo do fundamental I e todos os coletivos argumentaram achar importante. Ao tentar conceituar sobre Gaia, as falas se aproximaram da separação dos humanos do restante da natureza nas sociedades modernas, como no trecho abaixo:

Criança 1: O que eu lembro Gaia é uma Deusa da natureza.

Criança 2: A natureza, a gente está dentro da natureza.

Pesquisadora: Vocês concordam que na nossa sociedade a gente às vezes pensa que a gente não é parte da natureza?

Criança 3: Minha casa é cheia de mato. Pego abacate que cai da árvore. Pego abacate, manga e goiaba.

Pesquisadora: Todo mundo aqui acha que o que nós fazemos também é natureza?

Coro de crianças: Sim

Pesquisadora: Vocês sabiam que eu já encontrei crianças que se incomodaram quando falamos com elas que nós somos animais ?

Coro de crianças: Oh!

Professor: Olha só, vocês se lembram que isso aconteceu na nossa sala?

Criança 3: Foi, um tanto de gente falou...

Pesquisadora: Então, isso é um sinal de que a gente não se entende como parte da natureza, ne?! Senão, ninguém ia achar estranho falar que a gente é animal.

Criança 4: Eu não sabia que a gente veio do macaco.

Criança 3: A gente não veio do macaco, a gente evoluiu do macaco.

Pesquisadora: A gente não evoluiu do macaco, a gente e o macaco evoluímos de um ancestral em comum. A gente tem um tatara, tatara, tataravô em comum com o macaco, igual todo o ser vivo tem as tataravós que são quem?

Coro de crianças: Bactérias.

Criança 5: Os vídeos que eu vi no YouTube era uma bactéria, virava um peixe, virava um macaco, virou um humano, virou um robô, depois virou um...uma árvore e começou tudo de novo. [fragmento George Salum - 5º ano]

Os estudantes também se interessaram pelos elementos químicos envolvidos no metabolismo das bactérias, interesse que aproxima os processos de construção de conhecimento sobre a vida da Ciência sobre a Zona Crítica, para exemplificar a variedade de conexões que perpassa os diálogos, cito o trecho abaixo:

Criança 1: Mari, agora a gente também consegue produzir aquele elemento?

Pesquisadora: Isso, agora vocês também têm nitrato.

Criança 2: Mari, é nitrogênio, não é nitrato.

Pesquisadora: Isso, nitrogênio, desculpe.

Criança 3: Ar, vocês aceitam?

Criança 4: Sim, é a mesma (bactéria), só muda a cor.

Criança 5: A gente já tem dois enxofres?

Criança 6: Mas aí, o que acontece?

Criança 4: Elas produzem 2 vezes mais enxofre.

Criança 5: E aí, com dois enxofres faz o que?

Criança 4: Um enxofrão! (risos)

Criança 7: O que é enxofre?

Criança 8: Um metal.

Criança 9: Não, é um gás.

Criança 2: Tem cheiro ruim...

(...)

Criança 10: A gente ganhou oxigênio!

Criança 4: Olha, eles vão viver de nitrogênio, a gente de enxofre e eles de oxigênio.

Criança 11: Nós somos oxigenados!!!

Criança 7: A gente pode sobreviver no espaço sem capacete!

Criança 2: A gente tem hidrogênio e nitrogênio.
[fragmentos CLIC!]

Esse fragmento representa um entre vários diálogos que aconteceram entre as crianças sobre assuntos e temas variados que foram mobilizados ao longo das partidas e que podem ser relacionados com objetos do conhecimento da BNCC para estudantes

do ensino fundamental e o estudo sobre a Zona Crítica. Além disso, podemos dizer que o jogo alcançou os objetivos pretendidos de apresentar os conceitos de Antropoceno e Gaia, além de dar destaque à cooperação e as provocações que essa forma de se relacionar impõe aos coletivos submetidos à lógica moderna de viver. De fácil aprendizado e com desafios suficientes para a manutenção do interesse dos participantes, arregimenta conhecimentos transdisciplinares, favorece novas conexões, disponibilidade para tentativa, erro e soluções criativas.

Conclusão

A partir da pesquisa bibliográfica realizada e das experimentações com estudantes em sala de aula, mediadas ou não pelo jogo (produto educacional), conclui-se que o estudo sobre a vida situada no Antropoceno precisa extrapolar a lógica de disciplinas segmentadas umas das outras. Essa forma de ensinar, que serve à um modelo educacional que herdamos, contribui para a manutenção de formas de produção de conhecimento que já vem sendo revisadas nos espaços científicos justamente por produzir consensos que pouco servem para o enfrentamento dos problemas de interesse da vida nos mais diversos tipos de coletivos que habitam Gaia.

As construções simbólicas e lúdicas presentes nas ações das crianças, que em sua grande maioria se dão em rede com os actantes que habitam a Zona Crítica com os quais compartilhamos o equilíbrio da vida, são comumente desanimadas ao longo processo de escolarização, justamente porque este está ancorado em saberes euro e antropocêntricos que dão excessiva centralidade às técnicas e a razão.

O reconhecimento das diversas agências presentes nos diversos coletivos existentes em Gaia parece ser o caminho de reconexão com uma forma de produzir conhecimento que seja revisável e útil para a imaginação de futuros descolonizados e “desantropocentrados” que possam auxiliar no enfrentamento das mudanças geológicas oriundas das ações de alguns humanos.

Para enfrentar o Antropoceno é preciso ampliar as noções de que todas as formas de vida participam da construção do ambiente

em que vivem e esse ambiente não é um plano de fundo, ou seja, processos aparentemente inanimados que acontecem na Zona Crítica e que envolvem rochas, água, vento e sol também possuem mediações nesse sistema evolutivo denominado Gaia. A aposta é que a partir do reconhecimento de que as formas de ser e habitar o planeta não são universais e não produzem efeitos isolados, pois a vida é sinônimo de coletivos, possamos compartilhar com os estudantes os aprendizados de que os humanos contribuem para a abundância ou destruição da vida que aqui deixa de ser pensada na lógica de organismos isolados, para uma composição maior de partes.

Argumento que os conceitos de Gaia e Antropoceno enfrentam a separação moderna entre cultura e natureza e apresentá-los aos estudantes pode lhes trazer a oportunidade de agir e compor com a vida na Terra de forma mais consciente sobre os futuros que podemos imaginar e as implicações das nossas ações enquanto coletivos no Antropoceno.

Agradecimentos

Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade e pelo apoio financeiro.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The “Anthropocene”. **Global Change Newsletter**, v. 41, p. 17-18, 2000.

HARAWAY, D. Antropoceno, Capitaloceno, Plantationoceno, Chthuluceno: fazendo parentes. **ClimaCom** - Vulnerabilidade [online] ano 3, n. 5, 2016. Disponível em: <https://climacom.mudancasclimaticas.net.br/antropoceno-capitaloceno-plantationoceno-chthuluceno-fazendo-parentes/>. Acesso em: 28 set. 2022.

KRENAK, A. **Ideias para adiar o fim do mundo**. São Paulo:

Companhia das Letras, 2019.

LATOURE, B. **Diante de Gaia**: oito conferências sobre a natureza no Antropoceno. Tradução: Maryalua Meyer. São Paulo/Rio de Janeiro: UBU Editora/Ateliê de Humanidades Editorial, 2020a.

LATOURE, B. **Reagregando o Social**: uma introdução a teoria Ator-Rede. Tradução: Gilson César Cardoso de Souza. Salvador/Bauru: Edufba/Edusc, 2012.

LORIMER, J. The Anthro-po-scene: A Guide for the 'perplexed'. **Social Studies of Science**, v. 47, n. 1, p. 117-142, 2017.

MARDELL, B.; WILSON, D.; RYAN, J.; ERTEL, K.; KRECHEVSKY, M. K.; BAKER, M. **Towards a Pedagogy of Play: A Project Zero Working Paper**. jul. 2016. Disponível em: <https://pz.harvard.edu/sites/default/files/Towards%20a%20Pedagogy%20of%20Play.pdf>. Acesso em: 28 maio 2024.

MARGULIS, L. **O planeta simbiótico**: Uma nova perspectiva da evolução. Rio de Janeiro: Dantes Editora, 2022.

MARGULIS, L.; SAGAN, D. **O que é vida?** Tradução: Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

TOMANIK, E. A. A ética e os comitês de ética em pesquisas com humanos. **Psicologia em Estudo**, v. 13, n. 2, p. 395-404, abr. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-73722008000200023>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pe/a/vdhTt9jzNGFcmzmfXSRL6cb/?lang=pt>.

TSING, A. **Viver nas ruínas**: paisagens multiespécies no Antropoceno. Brasília: IEB Mil Folhas, 2019.

Ludmila Olandim de Souza
Gabriel Menezes Viana
Francisco Ângelo Coutinho

SAÚDE PLANETÁRIA E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: ESTRATÉGIAS PARA MITIGAR OS IMPACTOS DO ANTROPOCENO NA ZONA CRÍTICA



As mudanças climáticas são descritas pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) como alterações no clima resultantes direta ou indiretamente de atividades humanas, que alteram a composição da atmosfera global, além da variabilidade climática natural ao longo do tempo. De acordo com Simmonds et al. (2022), Solomon e Larocque (2019), essas mudanças representam uma das maiores ameaças já enfrentadas pela humanidade. As consequências das atividades antropogênicas têm um impacto direto nos sistemas naturais e na sociedade, colocando em risco a sobrevivência de inúmeras espécies e comprometendo o bem-estar das gerações futuras.

O conceito de saúde planetária surge como uma resposta a esses desafios, destacando a interdependência entre a saúde humana, os ecossistemas e os impactos das mudanças ambientais em escala global. Relatórios como *"Salvaguardando a saúde humana na época do Antropoceno"*, da Fundação Rockefeller e do periódico *The Lancet* (Whitmee et al., 2015), e *"Connecting global priorities: biodiversity and human health"*, da Organização Mundial de Saúde, reforçam a urgência de ações coordenadas para mitigar os efeitos das mudanças climáticas e proteger a saúde humana, alertando para os riscos da degradação dos ecossistemas.

Esse contexto está inserido no Antropoceno, uma nova era geológica moldada pelas ações humanas, que reflete a profundidade das transformações antrópicas, agora comparáveis às forças geológicas. Essas alterações não apenas modificam o equilíbrio ambiental, mas também introduzem novas incertezas e desafios. Eventos extremos, como queimadas intensificadas e inundações devastadoras, ilustram os impactos dessas mudanças, ameaçando a biodiversidade e a saúde humana (Steffen et al., 2011; Cowie et al., 2022; Latour, 2020).

A interdependência entre o Antropoceno e a saúde planetária torna-se evidente nas consequências cada vez mais severas de eventos climáticos extremos, como as queimadas que ocorrem no Brasil e as inundações recentes no Rio Grande do Sul. Esses eventos refletem o impacto das ações humanas em escala geológica e a urgência de mitigar seus efeitos. Segundo dados do Programa Queimadas, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), as queimadas, que atingem regiões como a Amazônia e o Pantanal, aumentaram

significativamente em 2024, com mais de 60 mil focos de incêndio na Amazônia e quase 5 mil em apenas um dia. Esses incêndios, agravados pela severa seca e pelas condições climáticas intensificadas pelo fenômeno *El Niño*, têm causado danos extensivos às florestas e à qualidade do ar, impactando tanto áreas urbanas quanto rurais no Brasil. Além da expansão agrícola, outras atividades humanas, como a pecuária extensiva, a mineração, a construção de infraestruturas e a exploração madeireira ilegal, também são motores de queimadas ilegais e desmatamentos. Essas práticas não só removem a vegetação nativa, mas também aumentam a vulnerabilidade das áreas florestais a incêndios, frequentemente iniciados de forma intencional para facilitar o uso do solo. Como resultado, a degradação ambiental intensifica a poluição atmosférica, aumentando os riscos à saúde humana, como doenças respiratórias e outras condições agravadas pela má qualidade do ar.

Paralelamente, as inundações no Rio Grande do Sul, também em 2024, ilustram outra faceta dos impactos das mudanças climáticas em escala regional. Essas enchentes, causadas por chuvas intensas e agravadas pela urbanização desordenada e infraestrutura inadequada, deslocaram milhares de pessoas, destruíram propriedades e infraestruturas resultando em sérios impactos econômicos e de saúde pública. Entre os efeitos mais preocupantes, destaca-se a proliferação de doenças transmitidas pela água, um sinal de como os sistemas humanos e ambientais estão profundamente interligados. Esses exemplos reforçam a necessidade de abordar a saúde planetária de forma integrada, articulando estratégias que considerem tanto a mitigação quanto a adaptação aos efeitos das mudanças climáticas

Esses eventos extremos, como queimadas e inundações, não são isolados, mas representam a complexa interdependência entre sistemas naturais e humanos no contexto das mudanças climáticas. Essa interconexão é central para o conceito de Zona Crítica, definido como a fina camada da Terra onde ocorrem interações dinâmicas entre sistemas biológicos, geológicos, atmosféricos e antrópicos, constituindo um conceito-chave para compreender as relações multifacetadas que caracterizam o Antropoceno (Coutinho et al., 2022).

Ao articular os processos naturais e humanos, a perspectiva da Zona Crítica oferece uma lente poderosa para repensar o ensino de ciências como uma prática integrada às demandas das crises socioambientais contemporâneas. No entanto, transformar essa visão em ação concreta exige enfrentar desafios fundamentais, como a recontextualização do ensino de ciências para incorporar múltiplas perspectivas e realidades, promovendo uma abordagem mais crítica e alinhada às complexidades do mundo atual.

Para responder a esses desafios, a educação em ciências precisa "aterrar", ou seja, conectar-se profundamente às realidades locais, valorizando as narrativas situadas e reconhecendo a pluralidade de vozes. Esse ato implica em um reposicionamento político-epistemológico que questiona as dicotomias herdadas da modernidade, muitas vezes responsáveis por fragmentar os saberes e marginalizar formas de conhecimento que emergem de contextos diversos (Lima e Nascimento, 2021). Essa perspectiva dialoga diretamente com a construção de uma ecologia dos saberes, como propõe Santos (2019), promovendo uma integração entre diferentes formas de conhecimento e posicionando as ciências como apenas uma entre as várias maneiras de interpretar e intervir no mundo.

Ao incorporar a perspectiva da Zona Crítica, o ensino de ciências adota uma postura transdisciplinar, articulando saberes diversos para compreender e agir sobre as complexas interações humanas com o ambiente. Essa abordagem engaja os estudantes na construção de um mundo comum, incentivando-os a buscar soluções para os problemas que afetam a Zona Crítica de maneira contextualizada e integrada. Nesse contexto, "aterrar" no ensino de ciências transforma a prática educativa em um espaço de conexão, onde múltiplas vozes e epistemologias dialogam para enfrentar os desafios do Antropoceno.

No ensino de ciências, essa abordagem implica capacitar os estudantes a compreenderem sua agência nas crises do Antropoceno, indo além da mera reprodução de conteúdos científicos (Gilbert, 2016). Para Silva e Dias (2024), essa perspectiva exige currículos que incorporem criticidade e inovação, promovendo a cidadania planetária como eixo central do aprendizado. Ao articular conceitos como a Zona Crítica, o Antropoceno, a Saúde Planetária e a educação científica, reforça-se a necessidade de práticas educacionais que

mobilizem, contextualizem e inspirem ações concretas diante das crises socioambientais. Essa abordagem posiciona a educação científica como uma ferramenta indispensável para enfrentar os desafios contemporâneos, promovendo soluções sustentáveis que alinhem inovação, responsabilidade ética e compromisso com a sustentabilidade planetária.

Com o objetivo de contribuir para a formação de professores comprometidos com uma educação científica que fomente a cidadania planetária e a responsabilidade social, esta proposta didática fundamenta-se no uso de estudos de caso e na Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning* - PBL). O PBL é uma metodologia que coloca o estudante no centro do processo de aprendizagem, incentivando-o a ser protagonista na busca pelo conhecimento e na resolução de problemas propostos. Essa abordagem pedagógica busca o aprendizado teórico-cognitivo e a integração de disciplinas a partir do estudo de problemas. Palharini (2010) destaca que o PBL promove a descentralização do professor como único detentor do conhecimento, favorecendo uma relação horizontalizada entre professor e aluno, o trabalho em grupo, a valorização da diferença e a solidariedade no processo de aquisição do conhecimento. Essa abordagem tem suas raízes filosóficas no construtivismo de John Dewey e nos princípios pedagógicos defendidos por Paulo Freire, articulando a aprendizagem a um processo ativo e transformador. Dessa forma, a Aprendizagem Baseada em Problemas, aliada à problematização, oferece uma lente poderosa para repensar o ensino de ciências, integrando conteúdos interdisciplinares e preparando os alunos para enfrentar as demandas das crises socioambientais contemporâneas.

Conforme Kuhn (2010), o ensino de ciências deve transcender a mera transmissão de conceitos, engajando os estudantes em atividades investigativas que aproximem a prática científica da realidade. Os estudos de caso apresentados nesta proposta têm como finalidade estimular uma análise crítica dos impactos do Antropoceno, incentivando os alunos a compreenderem sua própria agência na mitigação das crises ambientais. Além disso, busca-se combater a disseminação de desinformações que minimizem a urgência das crises climáticas e de saúde planetária, capacitando os jovens a atuarem como agentes de mudança em suas comunidades.

Dessa forma, os estudantes poderão desenvolver uma compreensão aprofundada dos efeitos irreversíveis das transformações ambientais, conectando a degradação do meio ambiente com as questões de saúde planetária.

Objetivos da sequência didática

- Desenvolver a compreensão crítica dos estudantes sobre os desafios globais no contexto do Antropoceno e da Saúde Planetária, destacando os impactos das mudanças climáticas e suas consequências para os ecossistemas e para a saúde humana;
- Fomentar uma reflexão crítica sobre as transformações climáticas que estão alterando os diversos estratos da Terra, preparando os estudantes para atuar de maneira consciente e responsável em um mundo marcado por mudanças ambientais e de saúde;
- Capacitar os estudantes a utilizar o conhecimento científico de forma prática e integrada para enfrentar as transformações climáticas, promovendo o protagonismo na busca de soluções sustentáveis e na ação social e política.

Habilidades da Base Nacional Comum Curricular – BNCC

- EM13CNT203 - Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.
- EM13CNT206 - Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
- EM13CNT207 - Identificar e analisar vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando as dimensões física,

psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

- EM13CNT301 - Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
- EM13CNT302 - Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
- EM13CNT303 - Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
- EM13CNT304 - Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

- Objetivo 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima - Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.

- Meta 13.3 - Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima.

Estudo de caso 1: A Chuva Preta e o Impacto das Mudanças Climáticas no Brasil

Contexto

Em setembro de 2024, a fumaça das queimadas na Amazônia e no Pantanal atingiu a região centro-sul do Brasil, causando o fenômeno da "Chuva Preta". A fuligem, carregada pelos ventos, misturou-se à umidade das nuvens, contaminando a água e agravando a poluição atmosférica. O fenômeno, explicado por meteorologistas, levanta preocupações sobre a poluição atmosférica, o impacto na saúde humana e as implicações das mudanças climáticas no Brasil.

História

Um grupo de estudantes participa de uma simulação de conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Saúde Planetária, organizada por sua escola. O tema central é a análise dos impactos das mudanças climáticas no Brasil, com foco nos incêndios florestais que atingem regiões da Amazônia, Cerrado, Pantanal e suas consequências para a saúde humana. Durante o debate, os alunos discutem as queimadas que devastaram a Ilha do Bananal, uma área de encontro de biomas, e como as frentes frias levaram a fumaça para o Sudeste, gerando a "chuva preta".

Os estudantes se deparam com o seguinte problema:

- Quais são as causas das queimadas e da poluição atmosférica que contribuíram para o fenômeno da "chuva preta"?
- Quais são os impactos das queimadas e da poluição atmosférica na saúde das populações locais e no meio ambiente?

- Quais soluções podem ser adotadas para mitigar esses efeitos?

Desenvolvimento

Momento 1: Pesquisa Inicial

Número de aulas: duas aulas de cinquenta minutos cada

Leitura e discussão do Estudo de Caso “A Chuva Preta e o Impacto das Mudanças Climáticas no Brasil”

Os alunos são divididos em grupos para investigar temas:

- Grupo 1 - O fenômeno da "chuva preta" – causas e impactos na saúde pública e no meio ambiente.
- Grupo 2 - As queimadas na Amazônia e na Ilha do Bananal e suas repercussões em outras regiões do Brasil.

Momento 2: Desenvolvimento de Hipóteses

Número de aulas: uma aula de cinquenta minutos

Os grupos devem formular hipóteses sobre os impactos diretos e indiretos das mudanças climáticas na saúde humana e ambiental, como:

- A relação entre as queimadas e o aumento de doenças respiratórias em crianças e idosos.
- As consequências para a qualidade da água e dos alimentos.

Momento 3: Proposição de Soluções

Número de aulas: uma aula de cinquenta minutos

Os alunos devem propor soluções possíveis, considerando os seguintes aspectos:

- Políticas de mitigação para reduzir as queimadas e promover o reflorestamento.
- Campanhas de conscientização sobre os impactos das mudanças climáticas e a necessidade de ações imediatas.

Cada grupo deverá concluir com um conjunto de soluções embasadas em dados científicos, que serão apresentadas na aula seguinte. As soluções devem ser claras, justificadas e apoiadas por evidências.

Momento 4: Apresentação das Propostas

Número de aulas: duas aulas de cinquenta minutos cada

Apresentação Formal:

- Cada grupo terá 8-10 minutos para apresentar suas propostas para o restante da turma. As apresentações podem ser feitas usando slides, cartazes ou até maquetes (se aplicável).
- Os alunos devem explicar as soluções propostas, enfatizando a viabilidade e a relevância das políticas de mitigação, campanhas de conscientização, e outras medidas preventivas.
- Durante a apresentação, os alunos devem justificar suas soluções com base nos dados coletados durante a fase de pesquisa. Eles devem conectar suas propostas aos impactos que identificaram nas pesquisas sobre as queimadas e a Chuva Preta.
- O professor atuará como moderador, ajudando os alunos a conectar as propostas a uma visão mais ampla sobre as mudanças climáticas e as políticas ambientais no Brasil.

Perguntas e Respostas

- Após cada apresentação, haverá um breve período de perguntas dos outros alunos e do professor. Isso incentiva o diálogo e a colaboração entre os grupos, permitindo que os alunos pensem criticamente sobre suas soluções.

Avaliação e Reflexão

- O professor encerra a atividade com uma avaliação reflexiva, solicitando que os alunos discutam como essa investigação os ajudou a entender como diferentes fatores interagem no contexto das mudanças climáticas.

Tabela 8.1: Atividades do Estudo de Caso 1.

Momentos	Objetivos pedagógicos	Conteúdos abordados	Materiais necessários
Momento 1	Introduzir o tema da "Chuva Preta" e estimular a pesquisa em grupo sobre causas e impactos.	Fenômeno da "Chuva Preta"; queimadas na Amazônia e na Ilha do Bananal; saúde pública e meio ambiente.	Texto do Estudo de Caso, acesso à internet, materiais para anotações.
Momento 2	Capacitar os alunos a formular hipóteses sobre os impactos das mudanças climáticas na saúde e no meio ambiente.	Impactos das mudanças climáticas; aumento de doenças respiratórias; qualidade da água e dos alimentos.	Quadro branco ou <i>flip chart</i> , marcadores, textos de apoio.
Momento 3	Propor soluções embasadas em dados científicos para mitigar os efeitos das mudanças climáticas e das queimadas.	Políticas de mitigação; reflorestamento; campanhas de conscientização.	Computadores, textos de apoio, modelos de apresentações (<i>slides</i> ou cartazes).
Momento 4	Desenvolver habilidades de comunicação e análise crítica ao apresentar e discutir soluções propostas.	Propostas de mitigação e adaptação; conexão entre queimadas e saúde pública; impacto das mudanças climáticas.	Projektor multimídia, cartazes, <i>slides</i> , maquetes (opcional).

Fonte: Ludmila Olandim de Souza.

Estudo de caso 2: A Maior Seca da História no Brasil e o Desafio para as Novas Gerações

Em 2024, o Brasil enfrenta a pior seca de sua história, afetando quase todas as regiões do país⁴⁶. No Amazonas, onde 62 municípios estão em estado de emergência, mais de 300 mil pessoas sofrem com a falta de água. Pescadores, como Benedito Catique, caminham longas distâncias para pescar, enquanto a água dos rios evapora, deixando bancos de areia expostos. O Rio Negro, em Manaus, baixou cerca de 4 metros em relação ao mesmo período do ano anterior.

Estudos do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) mostram que a seca de 2024 supera todas as anteriores em severidade, e as queimadas na floresta amazônica aumentam, agravando a situação. Somente em um único dia, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) registrou 3.224 focos de incêndio no bioma Amazônia. Especialistas alertam que as emissões de gases de efeito estufa e o desmatamento contribuem para a intensificação das secas, com sérias consequências para a saúde pública, como o aumento de doenças respiratórias e a escassez de água potável.

Diante desse cenário, um grupo de alunos decide investigar as causas e as consequências da seca extrema no Brasil. Eles acompanham as notícias, acessam dados científicos e discutem as possíveis soluções para mitigar os impactos dessa crise. Entre os temas discutidos estão o uso sustentável dos recursos hídricos, o reflorestamento de áreas degradadas e o papel das políticas públicas na contenção do desmatamento.

Momento 1 - Apresentação do Contexto e Questão Central

Número de aulas: uma aula de cinquenta minutos

⁴⁶ Fonte: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2024/08/31/brasil-vive-maior-seca-da-historia-e-especialistas-alertam-que-situacao-pode-piorar.ghtml>

Leitura e discussão do Estudo de Caso “A Maior Seca da História no Brasil e o Desafio para as Novas Gerações”.

Apresentação da questão central: Quais estratégias de mitigação e adaptação podem ser implementadas em nível nacional para reduzir os impactos da seca extrema e suas consequências para a saúde e o meio ambiente no Brasil?

Momento 2 – Pesquisa inicial

Número de aulas: duas aulas de cinquenta minutos cada.

Divida os alunos em grupos, com cada grupo focando em um aspecto diferente da seca e seus impactos:

- Grupo 1: Causas da seca – mudanças climáticas e desmatamento.
- Grupo 2: Impactos ambientais – queimadas, destruição de ecossistemas.
- Grupo 3: Impactos na saúde pública – doenças respiratórias e falta de água potável.
- Grupo 4: Soluções tecnológicas – sistemas de captação de água, irrigação sustentável.
- Grupo 5: Políticas públicas – legislações de controle ambiental e redução de emissões.

Cada grupo deve realizar uma pesquisa detalhada utilizando fontes confiáveis, como relatórios do CEMADEN, dados do INPE e notícias recentes. Os alunos devem coletar dados sobre o problema específico de sua área de estudo.

Momento 3 - Desenvolvimento das Propostas

Número de aulas: uma aula de cinquenta minutos.

Os grupos deverão desenvolver suas propostas de mitigação e adaptação, considerando:

- Soluções tecnológicas (captação de água, reflorestamento, energia renovável).

- Ações de conscientização pública (educação ambiental, campanhas para uso consciente de água).
- Sugestões de políticas públicas (legislação ambiental, parcerias internacionais).
- As propostas devem ser embasadas em dados coletados durante a pesquisa.

Momento 4 - Debate e Discussão dos Resultados

Número de aulas: duas aulas de cinquenta minutos cada.

- Organizar uma discussão aberta entre os grupos, onde cada equipe apresenta suas conclusões e propostas.
- Os alunos devem discutir sobre quais soluções são mais viáveis e como podem ser implementadas em um contexto nacional, com base nos dados apresentados.
- O professor atuará como moderador, ajudando os alunos a conectar as propostas a uma visão mais ampla sobre as mudanças climáticas e as políticas ambientais no Brasil.

Momento 5 - Produção de um Relatório Final

Número de aulas: uma aula de cinquenta minutos.

- Cada grupo deve elaborar um relatório escrito, detalhando suas descobertas e propostas de ação. O relatório deve incluir:
 - Introdução ao problema da seca.
 - Análise das causas e consequências.
 - Propostas de mitigação e adaptação.
 - Conclusão com soluções integradas.
- Esse relatório poderá ser compartilhado entre os grupos e utilizado para discussões posteriores.

Avaliação e Reflexão

- Para encerrar a atividade e promover uma reflexão profunda, o professor pode organizar uma roda de conversa ou solicitar que os alunos respondam individualmente a um conjunto de perguntas reflexivas. A atividade deve incentivar os alunos a conectar os aprendizados do estudo de caso à sua compreensão mais ampla sobre as mudanças climáticas, a seca e a saúde planetária.

Estrutura da Avaliação Reflexiva

- Discussão guiada (roda de conversa): O professor atuará como mediador, levantando questões que estimulem o diálogo coletivo:
 - O que você aprendeu sobre a relação entre mudanças climáticas e os eventos de seca extrema?
 - Como as causas da seca estão conectadas a práticas humanas, como desmatamento e emissões de gases de efeito estufa?
 - Quais foram os desafios ao propor soluções viáveis para mitigar os impactos da seca?
 - Como as soluções apresentadas podem contribuir para o conceito de saúde planetária?
 - O que você percebeu sobre o papel das políticas públicas e da conscientização social no enfrentamento da seca?
- Questões para reflexão individual (escrita ou verbal):
 - Qual foi a sua maior descoberta ao investigar as causas e os impactos da seca extrema no Brasil?
 - Como os dados científicos utilizados influenciaram a construção das suas propostas?
 - Você acredita que as soluções apresentadas pelo seu grupo são aplicáveis no contexto atual? Por quê?

- Que lições podem ser levadas para outras questões ambientais globais?
- De que maneira esta atividade mudou a sua percepção sobre a importância de ações coordenadas para enfrentar as crises climáticas?
- Feedback sobre o processo:
 - O que você achou mais desafiador na realização deste estudo de caso?
 - Que habilidades você acredita ter desenvolvido ou aprimorado durante a atividade?
 - O que você faria diferente ao participar de uma atividade similar no futuro?
- Resultados esperados: A avaliação reflexiva deve ajudar os alunos a:
 - Identificar os principais aprendizados sobre mudanças climáticas e saúde planetária.
 - Reconhecer a complexidade das interações entre causas, impactos e soluções.
 - Desenvolver pensamento crítico sobre a viabilidade e os desafios de implementação das propostas apresentadas.
 - Avaliar a importância da interdisciplinaridade e do trabalho colaborativo na resolução de problemas ambientais.

Tabela 8.2: Atividades do Estudo de Caso 2.

Momentos	Objetivos pedagógicos	Conteúdos abordados	Materiais necessários
Momento 1	Apresentar o tema da seca extrema no Brasil e introduzir a questão central do estudo.	Impactos da seca extrema em 2024; saúde pública e mudanças climáticas.	Texto do Estudo de Caso, materiais para anotações.
Momento 2	Estimular a investigação detalhada sobre diferentes aspectos da seca e seus impactos	Causas da seca, impactos ambientais e na saúde pública, soluções tecnológicas, políticas públicas.	Acesso à internet, relatórios do CEMADEN e INPE, notícias recentes.
Momento 3	Propor soluções de mitigação e adaptação com base em dados coletados.	Soluções tecnológicas; ações de conscientização pública; políticas públicas para controle ambiental.	Computadores, textos de apoio, materiais para anotações.
Momento 4	Promover uma análise crítica e colaborativa das soluções apresentadas pelos grupos.	Viabilidade das soluções propostas; conexão entre seca, mudanças climáticas e saúde pública.	Projektor multimídia, materiais para apresentações (<i>slides</i> ou cartazes).
Momento 5	Consolidar os aprendizados do estudo de caso em um relatório escrito	Análise das causas e consequências da seca; propostas de mitigação e	Computadores, modelos de relatórios,

Momentos	Objetivos pedagógicos	Conteúdos abordados	Materiais necessários
		adaptação; soluções integradas.	materiais de referência.
Avaliação e reflexão	Incentivar a reflexão sobre os aprendizados e habilidades desenvolvidas, conectando os conhecimentos adquiridos ao contexto global.	Relação entre mudanças climáticas, seca e saúde planetária; desafios e viabilidade de soluções propostas; importância das políticas públicas e da conscientização social.	Perguntas reflexivas para (roteiro para roda de conversa e reflexão individual), caderno de anotações, espaço para roda de conversa.

Fonte: Ludmila Olandim de Souza.

Agradecimentos

Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade e pelo apoio financeiro.

Referências

- COUTINHO, F. Â.; FIGUEIREDO, K. L.; VIANA, G. M.; SILVA, F. A. R.; DIAS, W.; SANTOS, R. L. J. As ontologias de um jardim: contribuições para a educação em humanidades científicas no Antropoceno. **Periódico Interdisciplinar**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 105–119, fev./jun. 2022.
- COWIE, R. H.; BOUCHET, P.; FONTAINE, B. The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? **Biological Reviews**, v. 97, p. 640–663, 2022.

- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Situação Atual das Queimadas no Brasil. Disponível em: https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/situacao-atual/situacao_atual/. Acesso em: 28 ago. 2024.
- KUHN, D. Teaching and learning science as argument. **Science Education**, v. 94, n. 5, p. 810–824, 2010.
- LATOUR, B. **Onde aterrar?** Como se orientar politicamente no Antropoceno. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2020.
- LATOUR, B. **Onde estou?** Lições de confinamento para uso dos terrestres. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2021.
- LIMA, N. W.; NASCIMENTO, M. M. Aterrando no sul: uma proposta político-epistemológica para a área de educação em ciências do Antropoceno. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, e21041, 2021.
- PALHARINI, L. Entre semelhanças e diferenças. **ComCiência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**, 2010. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/index.php?section=8&edicao=53&id=668>. Acesso em: [inserir data de acesso].
- SANTOS, B. S. **O fim do império cognitivo:** a afirmação das epistemologias do sul. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.
- SILVA, A. A. G.; DIAS, M. A. S. Os desafios do ensino de ciências na era do Antropoceno: compreensões a partir do tema meio ambiente. **Revista Caderno Pedagógico**, Curitiba, v. 21, n. 7, p. 01–20, 2024.
- SIMMONDS, K. et al. Educating Nurse Practitioners About Climate Change, Health, and Climate Justice. **The Journal for Nurse Practitioners**, v. 18, n. 4, p. 429–433, 2022.

- SOLOMON, C. G.; LAROCQUE, R. C. Climate change—a health emergency. **New England Journal of Medicine**, v. 380, n. 3, p. 209–211, 2019.
- STEFFEN, W.; GRINEVALD, J.; CRUTZEN, P.; MCNEIL, J. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 369, n. 1938, p. 842–867, 2011.
- WHITMEE, S. et al. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. **The Lancet**, v. 386, n. 10007, p. 1973–2028, 2015.

**Bruno Francisco Melo Pereira
Maria Luiza Schiavoni Oliveira
Francisco Ângelo Coutinho**

SOMBRA, ESPAÇO E TEMPO: ATERRANDO OS CÉUS NA FORMAÇÃO DE EDUCADORAS DO CAMPO



Para começo de conversa

A tese central deste capítulo é a defesa de que os objetos de observação astronômica (quadrantes, gnômons, astrolábios, relógios de Sol, telescópios, entre outros) agem nos processos de formação docente, levando-os a aprendizados sobre os espaços e os tempos nos locais onde vivem. Para isso, vamos seguir os rastros de sombra e luz produzidos por um gnômon que se moverá ao longo do tempo e do espaço, mantendo sua forma, mas mudando suas ações.

Durante séculos, o céu foi moldado por mãos humanas com a criação de mitos e metáforas, mas também agiu sobre nós. Era espelho das culturas, um tecido simbólico onde os povos bordavam suas crenças e seus deuses, enquanto ordenava tempos de caça, plantio e migrações. Não havia um único céu — havia muitos, desdobrando-se conforme os olhos que o contemplavam e as ações que comandavam. Povos distintos viam constelações diferentes nas mesmas estrelas criando narrativas que nasciam da observação e da experiência (Cardoso, 2016, Afonso, 2004), enquanto as efemérides astronômicas orientavam suas vidas, suas colheitas, seus ritos. Céus vivos, dinâmicos, enraizados na terra tanto quanto nas alturas. O céu sempre agiu.

Com o avanço da modernidade (Latour, 2020a) e a institucionalização da astronomia como campo de pesquisa, esse céu múltiplo foi silenciado. Em seu lugar, alocou-se uma cartografia rígida, exata e portadora de uma objetividade (Coutinho *et al*, 2022) construída com grande esforço. Os Modernos forçaram a separação entre uma Sociedade exclusivamente humana e uma Natureza exterior, um palco em algumas situações (Latour, 2020b), cornucópia em outras. Com isso obtivemos sucesso na exploração do universo e conseguimos ir até o espaço em máquinas capazes de conter pequenas porções desta Zona Crítica que habitamos (Latour, 2020b). A emergência do Antropoceno, como discutido em outros capítulos deste livro, nos fez perceber que é necessário resgatar o que havia sido purificado (Marras, 2021).

Buscamos lançar o olhar para o céu como um agente sensível que toca, transforma e reverbera nas vidas de diferentes povos espalhados pela superfície da Terra. Construímos nossos dados

analisando trabalhos realizados por estudantes da habilitação das Ciências da Vida e da Natureza (CVN) na Licenciatura em Educação do Campo da Universidade Federal de Minas Gerais (LECampo/UFMG), ao longo de uma disciplina de Astronomia. Parte da pesquisa de doutoramento de um dos autores, a atividade solicitou que as estudantes - todas elas mulheres - acompanhassem a sombra projetada pela incidência da luz solar sobre um gnômon ao longo de um semestre letivo. O planejamento desta disciplina ocorreu sob a perspectiva das Humanidades Científicas (Latour, 2020a; Coutinho *et al.* 2022) e as atividades foram planejadas de forma a manter uma postura transdisciplinar e aterrada nas práticas das estudantes. Tomamos o cuidado de não encerrar discussões ou debates durante os encontros com golpes de força e as dúvidas e informações apresentadas pelas estudantes foram tratadas respeitosamente. Cuidamos para que os sobressaltos das estudantes viessem tanto da “quantidade de informações e referências sobre o assunto” (Viana, Araújo, Coutinho, 2023, p. 64) e da percepção de que o “ato de assombrar-se (...) se espalha por aquilo e aqueles que se permitem espreitar no mundo” (Viana, Araújo, Coutinho, 2023, p. 65) e não de posturas autoritárias.

Lançamos mão de um gnômon, instrumento de observação astronômica (Afonso, 2004) construído com dobraduras em papel rígido (Soares, Prado, 2014) faz sentido pela facilidade da construção e transporte desde a Universidade até as comunidades destas estudantes. Tal atividade, quando desenvolvida em escolas de Educação do Campo, favorece “a percepção de que o Sol realiza um movimento aparente diferente a cada dia, ou ainda, que não acontece sempre da mesma forma” (Trogello *et al.*, 2013).

Buscamos verificar neste capítulo se *é possível construir junto às estudantes da LECampo a percepção de que os céus são múltiplos e vinculados aos territórios onde vivem?* Partimos do campo da Astronomia Cultural, que surge como um gesto de recuperação — uma tentativa de devolver aos céus suas muitas vozes, reencontrando saberes antigos que se perderam nas dobras da modernidade. Ela busca não apenas narrar os astros, mas escutá-los nas vozes daqueles que interligam suas vidas a eles. Diversas ciências emergem do ato de experienciar o céu nos diferentes *patches* que constituem as realidades dos coletivos de viventes e não-viventes.

A percepção do céu como presença atuante — capaz de influenciar pensamentos, ações e afetos coletivos — aproxima-se do que Latour denomina, em *“Reagregando o Social”*, como a “terceira fonte de incerteza” (Latour, 2012, p. 96). Nesse ponto, Latour propõe uma redefinição do social, reconhecendo que não apenas os humanos, mas também objetos, paisagens, seres vivos e não-vivos podem interferir nas redes de ação. A esses elementos que agem, ele dá o nome de actantes — entidades que, mesmo sem intenção consciente, mobilizam sentidos, decisões e relações. O céu, nessa perspectiva, deixa de ser cenário e torna-se ator: silencioso, mas determinante, orbitando o imaginário das sociedades que o contemplam. Com o uso do gnômon, rastreamos as sombras como elemento que permitiu às alunas materializar o Sol, as estações do ano, o comportamento de plantas e animais — inclusive das comunidades onde vivem.

Nas próximas seções trazemos aportes dos campos da Astronomia Cultural e da análise dos actantes na Educação em Ciências que nos permitiram definir a pluralidade das relações dos céus com os territórios campestinos.

Astronomia Cultural e os povos dos campos, das matas e das águas

A astronomia ocidental moderna aprisionou o céu em fórmulas e coordenadas. Reduziu-o à condição de abóbada matemática, uma esfera celeste povoada por corpos regidos por leis físicas imutáveis. Nele, busca-se a precisão, a repetição e a objetividade. Estrelas tornaram-se pontos luminosos, espectros de luz, partículas mensuráveis. Sua influência sobre a vida foi transformada em dado, sua presença em forma ordinária. E, no entanto, essa forma de olhar, tida como universal, é filha de um tempo muito recente da história humana.

O campo da Astronomia Cultural consolidou a percepção de que a observação dos fenômenos do céu tem sido fundamental para a sobrevivência de diferentes grupos sociais ao longo da história humana (Afonso e Nadal, 2014; Lima *et al*, 2014; Jafelice, 2016; Cardoso, Mudrik e Esbell, 2021). Muitos dos saberes materializados a partir da relação com as efemérides astronômicas e meteorológicas

ainda são utilizados pelos povos que habitam fora dos aglomerados urbanos (Crepalde e Carvalho, 2021, Santos, 2019). Quer sejam as diversas etnias indígenas, populações que vivem da pesca, comunidades ribeirinhas ou os trabalhadores do campo, esses coletivos se articulam com diferentes actantes⁴⁷ e têm conhecimentos que devem ser honrados.

Por isso desenvolvemos esta pesquisa junto às estudantes da LECampo. Oriundas de comunidades campestres no interior de Minas, estas estudantes – todas elas mulheres – já atuam como professoras das Ciências da Vida e da Natureza onde vivem. Graças aos processos da pedagogia da alternância, elas mantêm um vínculo com suas comunidades e territórios enquanto se engendram com o ambiente acadêmico, possibilitando uma troca de conhecimentos com formas mais plurais de existir. Surgidas dos movimentos sociais após o final da ditadura em nosso país e reivindicando o direito à terra, essas comunidades constroem formas de estar *com* a Terra.

Defendemos que em sala de aula temos o encontro de diferentes mundos instaurados por múltiplas práticas. Não são narrativas diferentes sobre uma mesma Natureza, mas naturezas diversas construídas pelos engendramentos dos actantes em suas tentativas de “aprender a durar um pouco mais sem ameaçar a habitabilidade das formas de vida que virão depois” (Latour, 2021, p. 41). Estudantes e professores estabelecem relações com os humanos e não-humanos à sua volta nas mais variadas condições, pois têm necessidades diferentes para subsistir. Ao observar o encontro do mundo que se propõe ser universal com aquelas que têm maneiras plurais de existir, é preciso um olhar delicado. Estes seres estão vinculados a modos de existir por vezes divergentes, o que cria conflitos entre o que está sendo apresentado aos discentes no ambiente acadêmico e as formas de construção coletiva da realidade nas suas comunidades.

⁴⁷ O termo actante vai ser utilizado na Teoria Ator-rede (ANT) para se referir àqueles que estão agindo em uma situação de pesquisa. Evitamos o termo “ator”, comum na semiótica, devido à forte carga antropomórfica do termo.

O céu e suas mudanças cíclicas pelas estações do ano, as diferentes posições ocupadas pelo sol e o alcance de seus raios luminosos, as variações do tempo, da umidade e temperatura alteram as formas como os vivos agem. Como indica a Sociedade Interamericana de Astronomia na Cultura, “há uma quantidade enorme de vínculos entre os diversos aspectos entre a vida dos seres humanos e as formas como estes observam o céu e o pensam”⁴⁸. Contudo, a Educação em Ciências tem observado os fenômenos celestes em uma perspectiva eurocêntrica, sob a égide exclusiva das ciências ocidentais. O silenciamento dos saberes dos povos do campo, fruto de processos coloniais que invisibilizam estes saberes – quando simplesmente não se apropriam deles, sem reconhecer suas origens – é continuamente repetido em nossas aulas de ciências.

Os Céus a que nos referimos aqui

Dentro da dicotomia instaurada pela constituição moderna a que me referi na introdução, percebemos que a separação entre os fenômenos numa perspectiva social ou natural não é uma construção temporalmente recente. Mesmo que a tradicional divisão da história aponte o início do período moderno com a queda do Império Bizantino em 1453, Bruno Latour (2020a) aponta a separação entre Natureza e Sociedade na raiz do pensamento ocidental. Ela remonta aos momentos em que a filosofia passa a tentar explicar os fenômenos naturais sem lançar mão das mitologias de criação no sudeste europeu. Este processo se dá nos escritos de Aristóteles, no qual podemos localizar a nossa noção de céu.

A origem do termo *physis* se relaciona com a natureza, mas também com aquilo que comumente chamamos de realidade, tendo como correspondente na língua romana a palavra *natura*. Como em todas as palavras, a polissemia do termo permitiu que ele fosse empregado ao longo dos séculos. Com a instauração das cidades-estados gregas, a descrição do funcionamento do mundo acaba

⁴⁸ Texto disponível na página inicial do site da SIAC. Disponível em < <https://astronomiacultural.org/>>, acessado em 28 de setembro de 2023.

também envolvendo as relações entre os humanos que compartilham os espaços confinados nessas cidades. É possível portanto, perceber já nos gregos a distinção entre os fenômenos naturais e aqueles que são fruto das intenções sociais dos humanos, pela oposição ao *nomos*, que vai significar as leis ou os costumes, uma construção puramente humana (Ramos, 2013, p.297). As obras de Aristóteles denotam tal separação e iremos abordar a seguir três delas, em que o filósofo grego trata da realidade e estabelece leis que regem o funcionamento da *physis*.

Aristóteles constrói explicações para os fenômenos naturais criando uma distinção entre os fenômenos que ocorrem no mundo sublunar e no mundo supralunar. As leis que regem os fenômenos astronômicos e descrevem o funcionamento das esferas celestes vão ser batizadas de “*De Caelo*” – cuja tradução para o português vai desde o simples “O Céu até Sobre o Céu”. Nesta obra, ele aponta o nosso planeta Terra como o centro do universo e a perfeição das esferas e por conseguinte dos movimentos circulares, que pela sua própria natureza é compreendido como eterno. O mundo sublunar é retratado na obra “Sobre a geração e a corrupção”, que aponta que este mundo tem como característica não a continuidade, mas a mudança, tanto do ponto de vista da matéria quanto do ponto de vista da eficiência e da forma. Mundos diferentes separados por uma camada de transição que ele debate no tratado intitulado “Meteorológica”, onde discute os processos atmosféricos.

Somente a partir da revolução copernicana do século XVI a humanidade conseguiu conciliar os conhecimentos sobre a *physis* em um conjunto de leis e teorias que eram aplicáveis a todos os fenômenos, sejam eles astronômicos, meteorológicos ou terrestres. É com Newton que a percepção de que seríamos capazes de explicar todos os fenômenos com um arcabouço intelectual relativamente simples, lançando mão de algumas relações entre as grandezas físicas.

Realizo esta discussão para reforçar que as maneiras como as ciências criaram distintos campos de conhecimentos estão relacionados não somente às tradicionais justificativas sobre a quantidade de conhecimento produzido na análise dos fenômenos. Ele também se justifica pela forma de ver o mundo, cindida entre Natureza e Sociedade, Objeto e Sujeito; baseada em dicotomias. Neste trabalho, ao tratar de saberes sobre o céu não farei distinções entre os

saberes astronômicos e meteorológicos. Os processos de materialização se instauram quando os actantes são evocados e alteram as redes sociotécnicas que estão sendo instauradas. Nas ações das docentes em formação e em suas narrativas sobre as comunidades a que pertencem, proponho rastrear os saberes destes diversos campos e suas implicações para a educação em Humanidades Científicas.

Lançando mão da Teoria Ator-rede, proposta teórico metodológica surgida a partir do campo do Estudos das Ciências ao longo das últimas décadas, pretendemos rastrear as ações das licenciandas – em suas comunidades e ao longo de sua formação – e dos não-humanos envolvidos nos processos de aprendizagem.

As ações são distribuídas pelo coletivo

No “*Reagregando o Social*” (Latour, 2012) temos uma introdução ao que vai ser chamado Teoria Ator-Rede (ANT, do acrônimo em inglês), em que os processos de investigação dos fenômenos devem se pautar pela tarefa de descobrir as associações entre os diversos actantes que constituem as realidades estudadas. Nele, somos apresentados às possíveis fontes de incerteza que podem ser rastreadas nas pesquisas que lançam mão da ANT na tentativa de rastrear as controvérsias sobre o mundo.

Em uma das fontes de incerteza apresentadas, Latour (2012) lembra que “Os Objetos também agem” (idem, p. 97). Isso quer dizer que nenhum curso de ação permanece intacto: toda trajetória é moldada por outras ações engatadas a objetos que entram na rede como verdadeiros agentes (Latour, 2012). Alguns desses objetos agem só como intermediários — conduzem a informação sem modificá-la. Os que nos interessam são mediadores: traduzem, desviam e recriam o sentido, alterando, assim, as ações que deles irradiam. Quando os seguimos, revelam-se múltiplos percursos pelos quais esses artefatos induzem atores a agir, movendo corpos e intenções em concordância com a ação primária.

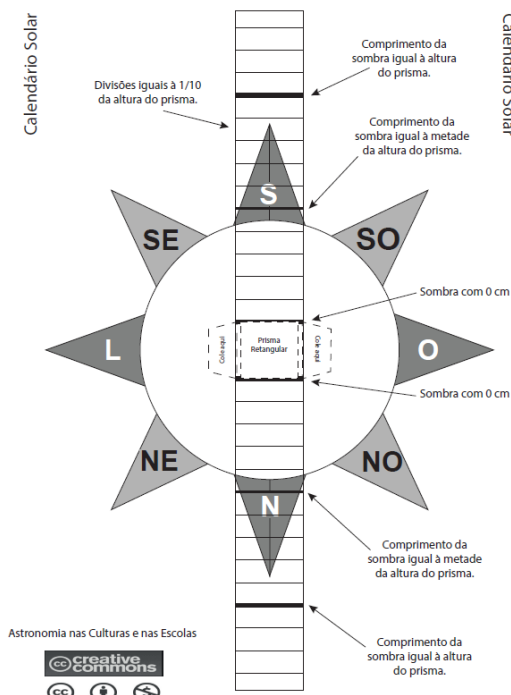
Até que ponto os objetos verdadeiramente atuam? Conseguem, de fato, tocar a intuição humana e entortá-la o curso? Quem, afinal, movimenta o mundo? Basta atentarmos ao cotidiano para notar o

modo como esses artefatos infiltram-se no pensamento e moldam gestos, convocando corpos a se moverem. Por um instante, alteram toda a tessitura da rede; logo em seguida esvanecem, deixando atrás de si apenas o sulco de uma ação consumada.

Ao seguir os objetos mediadores, é possível descrever o mundo ao redor dos humanos que agem, como um mundo complexo e interligado, que interfere nas ações tomadas naquele espaço. Como exemplos no âmbito da Astronomia Cultural, observações desse fenômeno se tornam mais palpáveis. Os povos originários australianos, localizados na Aldeia Kubin, no oeste do Estreito de Torres, usavam a posição do Sol, em relação às ilhas do arquipélago, para marcar as mudanças de estação (Hamacher *et al.*, 2020, p. 91). As variações diárias desse alinhamento solar desencadeavam um processo cognitivo complexo: reconhecer alterações de clima, comportamento animal e ciclos agrícolas associados ao astro. Assim, a ação do objeto — aqui, o próprio Sol dialogando com a paisagem das ilhas — permite que comunidades de todo o mundo percebam padrões recorrentes e, em seguida, ajam sob sua influência.

Na atividade em análise aqui, temos como actante focal a sombra projetada pelo prisma dobrado em papel, no meio-dia solar. A sombra projetada por qualquer objeto vertical muda de direção ao longo do plano horizontal onde está assentada ao longo do dia. A percepção desta mudança ao longo do dia levou a humanidade a construir o sistema de orientação conhecido como a Rosa dos Ventos, mostrado no campo central da figura abaixo. A Figura 9.1 retrata a folha horizontal do instrumento astronômico nomeado de “Calendário Solar” (Soares, Lopes, 2014), sobre o qual será montado o gnômon.

Figura 9.1: Base do Calendário Solar para observação da sombra no meio-dia solar.



Fonte: Astronomia na Cultura e nas Escolas – 2022.

A palavra “orientar” tem diversos significados e um deles é ser capaz de identificar o local aproximado do nascer do Sol, o oriente, ponto cardinal a que foi dado o nome de Leste. Não iremos nos debruçar na discussão desta construção humana que permite a localização dos demais seres no espaço à nossa volta enquanto planejamos os movimentos que realizamos, seja coletivamente, seja de forma solitária. Nestes tempos em que os sistemas de posicionamento global se tornaram onipresentes e temos cada aparelho de celular conectado às constelações de satélites e comunicando-se com mapas interativos, podemos ser questionados da importância de trazer este sistema de orientação ao ambiente de formação docente.

Como os pontos cardeais são definidos pelo movimento do Sol no céu diurno, podemos lançar mão da Rosa dos Ventos para rastrear

este movimento ao longo deste período. Essa aplicação nos permitiu no primeiro encontro com as estudantes na universidade verificar a projeção da sombra solar em torno de 09:00h, no meio-dia solar e, por fim, às 15:00h. Abaixo temos um fotograma do momento do registro da sombra de um gnômon improvisado sobre uma cartolina. As estudantes têm em mãos seus modelos construídos em papel.

Figura 9.2: Fotograma mostrando o registro da direção da menor sombra do dia com um gnômon.



Fonte: Gravações das atividades em 03 de julho de 2024. Instante 05min 42s.

O docente se abaixa para registrar a direção da sombra projetada numa cartolina. A atenção das estudantes está voltada para a ação de marcação, que o professor realiza às 11h 59 min. Esta prática inicial teve a intenção de indicar três conceitos às estudantes: que a sombra projetada pelo prisma permitia que elas observassem indiretamente o Sol; que em seu movimento diário ele nem sempre passa pelo zênite, o ponto mais alto do céu e que no momento do trânsito do Sol pelo meridiano local ele indica a direção norte-sul local. O registro foi realizado no jardim astronômico da Faculdade de Educação (FAE/UFGM). Vemos ao fundo um relógio de Sol Analemático onde o corpo do usuário é o gnômon utilizado para marcar o horário do dia.

Michel Serres no texto “O que Tales viu aos pés da pirâmide” (1990) já indica que o geômetra grego inverteu o modo de usar o gnômon: de instrumento de registro da passagem do tempo, Tales

constrói equipamento para medir a altura das pirâmides. Em outras palavras:

Em vez de deixar a pirâmide falar do Sol, indicar o inventariante, dizer a escala do variável, Tales pede ao Sol para falar da pirâmide, ou seja, pede ao mutante para dizer algo, constantemente, do que permanece. Aí aparece uma astúcia mais forte do que a que fora descrita: O inventariante não é nada além do que aquilo que discerne os desvios regulares do variável; ao inverso, Tales discerne, dentre o variável, o desconhecido estável do invariante. Melhor ainda, pelo gnômon, quem media o espaço media o tempo. Invertendo os termos, Tales para o tempo para medir o espaço. (p. 40)

O teorema de Tales lança mão da comparação entre os triângulos formados por dois objetos ao Sol, suas sombras e o raio de luz que os tangencia em um mesmo horário, para mensurar uma incógnita, a altura de um dos objetos opacos que buscamos conhecer. Aquilo que muda – a posição do Sol no céu – é congelada momentaneamente na busca por compreender aquilo que permanece inalterado – o tamanho do objeto que se deseja medir.

Seria possível fazer tais medidas em qualquer momento do dia, mas é interessante ter a menor sombra possível. Isso porque medir envolve também uma ação prática, que no caso de Tales, envolve sobrepor, à sombra, os passos necessários ao seu próprio comprimento. Percebemos na figura 1 que a solução encontrada no gnômon produzido pelas estudantes foi a aplicação de uma escala impressa na direção norte-sul da base. Como Tales, substituímos a “medida por aplicação à medida por visada” (idem, p.39). Mantivemos como horário para registro fotográfico o momento da altura máxima do sol no céu, momento de seu trânsito pelo meridiano local, o meio-dia solar.

O modelo em papel dobrado que as estudantes construíram no campus, empenhando-se no seu corte, dobra e cola, constrói um desvio nos seus modos de enxergar os fenômenos celestes. Como o relógio de Sol (Soares, Prado, 2014) o gnômon permite medir a passagem do tempo ao longo do dia, mas a adequação no modelo permitiu às estudantes acompanhar os seis meses em que o Sol se move em direção ao Sul, no segundo semestre de 2024, tornando-o

uma forma de calendário. Com ele se tornou possível rastrear o Sol e verificar se – e quando – ele passaria efetivamente pelo topo do céu.

A seguir indicamos que ele possibilitou mais: desviar dos tempos e encontrar os espaços e ações coletivas que instauraram as realidades campesinas.

A construção metodológica da atividade

A Pedagogia da Alternância costura a formação em dois grandes palcos: a sala de aula da universidade ao longo do Tempo Escola (TE) e o pulsar vivo das comunidades rurais, no Tempo Comunidade (TC). Em vez do calendário escolar reto e imutável, ela traça uma cadência sinuosa que leva as estudantes — seja nos confins do estado, seja além-fronteiras — de volta ao saber que brota em sua própria comunidade, para então entrelaçá-lo ao conhecimento acadêmico. Assim, experiências de aldeias distantes, vilas ribeirinhas ou bairros citadinos atravessam as portas da licenciatura nas CVN por vias pouco convencionais. Reunindo numa mesma turma vozes que ecoam de pontos distintos do globo, a alternância abre corredores por onde circulam novos fluxos de informação, olhares inéditos na universidade e observações insuspeitas.

Ao se entrelaçarem na Pedagogia da Alternância, as diferenças culturais, geográficas e mesmo as sutis marcas históricas que cada aluno carrega, revela-se um vasto campo para rastrear como os objetos do céu mobilizam as comunidades. Sob a tutela dos astros, lavouras encontram seu ritmo, corpos regulam saúde, ornamentos ganham formas - até mesmo a trama cotidiana se veste de cores inéditas. Espalhadas por diferentes rincões de Minas Gerais — com maior presença no Norte do estado — as alunas da Licenciatura em Educação do Campo (LECampo), da UFMG, dedicaram o segundo semestre letivo de 2024 a atividades que pediam um olhar atento para certos companheiros silenciosos do cotidiano, como o traçado fugaz das sombras. Todas as estudantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do projeto de pesquisa “As Cosmopolíticas do céu: animando o ensino de astronomia com os povos do campo”, registrado no CEP da UFMG.

A disciplina de astronomia foi construída com um conjunto de atividades realizadas no TE que abordaram aspectos tradicionais do ensino de astronomia – a duração do dia e da noite, as estações do ano, as fases da Lua e a composição de nosso sistema solar – e atividades de observação a ser realizadas ao longo do ano nos territórios campestres. Neste trabalho iremos analisar os registros da observação da menor sombra do dia ao longo do ano e as anotações de eventos e práticas coletivas nas comunidades, realizados pelas próprias estudantes. Lançamos mão da metodologia do Fotovoz (Freitas, Coutinho, 2022; Cook, Brown, Ballard, 2016), onde associamos o registro imagético à descrição das condições de obtenção da imagem e das dificuldades para sua realização. Também lançamos mão de fotogramas das gravações realizadas no TE e dos encontros síncronos mediados pelo ambiente virtual TEAMS, durante o TC, contatos realizados individualmente com o docente com a mediação do aplicativo WhatsApp e as notas tomadas pelo pesquisador ao longo dos encontros e após eles também foram utilizados.

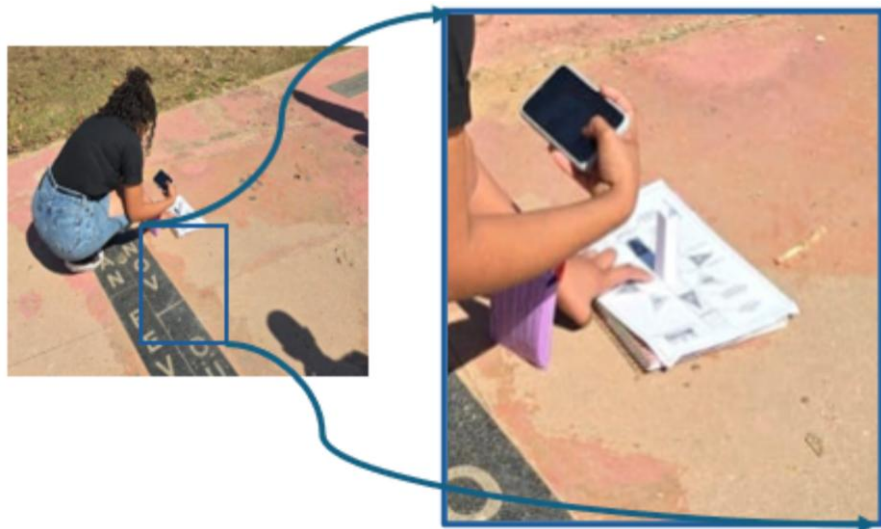
Entre as tarefas propostas às alunas figurava identificar o horário da menor sombra em diferentes dias do segundo semestre daquele ano, em cada comunidade. Para isso foi necessário, com auxílio de aplicativos (como o Stellarium) e sites na internet (como o *Heavens Above*) determinar a latitude e longitude de suas comunidades, pois todas as atividades no TE foram realizadas como planejamento para as observações e registros a ser tomados no TC. Com isso, foram construídas as informações para observação em duas datas solicitadas pelo professor: o solstício de primavera, que aconteceu em 22 de setembro de 2024 e no dia de Sol a Pino na comunidade. Além destas, mais três medidas deveriam ser tomadas, uma a cada mês, em datas escolhidas pelas próprias estudantes.

A data de Sol a Pino – o instante do semestre em que ele passa pelo Zênite, o ponto mais alto no firmamento – é uma característica que depende da latitude da comunidade (Bedaque, Bretones, 2020) e não foi indicado pelo docente. As estudantes deveriam então lançar mão dos conhecimentos adquiridos ao longo da observação para dizer qual seria esse momento, que varia entre as cidades onde habitam. Essa determinação foi realizada coletivamente, a partir das

observações realizadas ao longo dos meses de agosto, setembro e outubro.

A Figura 9.3, a seguir, indica um momento no dia 24 de julho de 2024, ainda no TE, quando Vitória registra a sombra projetada pelo Sol em seu instrumento.

Figura 9.3: Victória registra a sombra projetada em seu gnômon no Jardim Astronômico da FAE/UFMG.



Fonte: autores da pesquisa

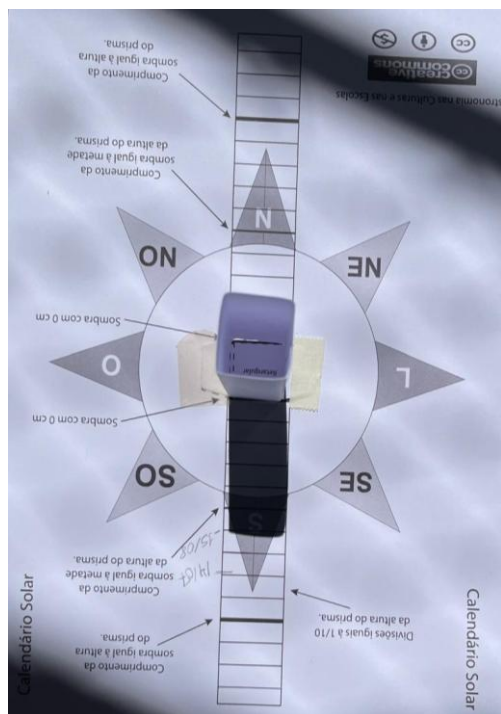
Usando ainda o mesmo software, cada aluna deveria descobrir, para os dias escolhidos e aqueles indicados pelo professor, o exato instante em que o Sol alcançaria o ponto mais alto do céu. Somente então o pequeno aparato seria pousado no solo, e medir-se-iam o rumo da projeção e o fio de luz sombreada, seguindo as linhas cardeais traçadas no papel. Na fotografia 1 percebemos as condições para realização do registro, que é o posicionamento do modelo em local plano, com a rosa dos ventos da base orientada na direção leste oeste local – nascer e pôr do Sol naquele dia. A cada medição, registaram-se – num documento de Word – data, horário, azimuth da sombra, comprimento do paralelepípedo (nas mesmas unidades adotadas para a sombra) e a extensão dessa penumbra momentânea.

Dessas anotações e dos relatos que as acompanharam, pôde-se entrever como os objetos mobilizaram os corpos das observadoras, agindo com elas e criando novas conexões entre os céus e os territórios onde vivem.

Construção dos dados e análises

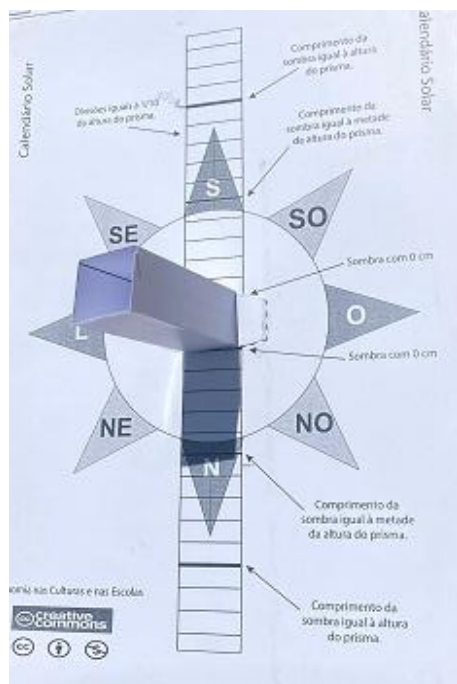
O primeiro registro de que tratamos na próxima página relaciona duas fotografias, tomadas por duas estudantes em comunidades distintas: Aurora, em Capelinha, e Liz, em Rio Pardo de Minas, ambos municípios cravados no norte mineiro.

Figura 9.4: Sombra do gnômon em Capelinha.



Fonte: Aurora, em 15/08/2024.

Figura 9.5: Sombra do gnômon em Rio Pardo de Minas.



Fonte: Liz, em 15/08/2024.

Por coincidência ambas as estudantes optaram por tomar seus registros na mesma data, uma quinta-feira. Nas cidades o horário da menor sombra do dia foi indicado pelas estudantes como sendo o mesmo, 11h 55min. Os 232 quilômetros que separam Rio Pardo de Minas de Capelinha já bastam para que o mesmo objeto-sombra se comporte de maneira diversa; o leve desvio no ângulo solar sobre cada ponto abre caminho para uma leitura contrastiva do fenômeno. A diferença no comprimento da sombra em um mesmo dia e horário indica a curvatura de nosso planeta e foi percebido pelas estudantes em suas discussões nos momentos de encontro síncrono ao longo do semestre.

Também foi percebido pelas estudantes que os momentos de trânsito solar pelo meridiano local é o mesmo para os municípios de Rio Pardo e Capelinhas, mas está “atrasado” em cerca de 9 minutos para os que vivem no município de Icarai de Minas. Estrela indica em

seu planejamento de observação que o Sol estará no ponto mais alto do céu às 12h 05min, também no dia 15 de agosto. Contudo, no encontro síncrono do dia 09 de setembro relata que não conseguiu fazer a observação devido a compromissos de trabalho. É neste encontro que Vanda indica que “não é igual” o horário de trânsito solar, para cada localidade e que por isso não dá “para colar”.

Esta diferença temporal também apareceu nos registros do nascer e do ocaso do Sol nas escolas onde as estudantes atuavam, seja como bolsistas no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), seja como professoras contratadas ou concursadas. Na próxima página trazemos a tabela 9.1, que indica o horário do nascer do Sol nas três localidades, no dia do solstício de Inverno do ano de 2024, 20 de junho de 2024.

Tabela 9.1 Comparativo entre o instante do nascer do Sol nas três comunidades.

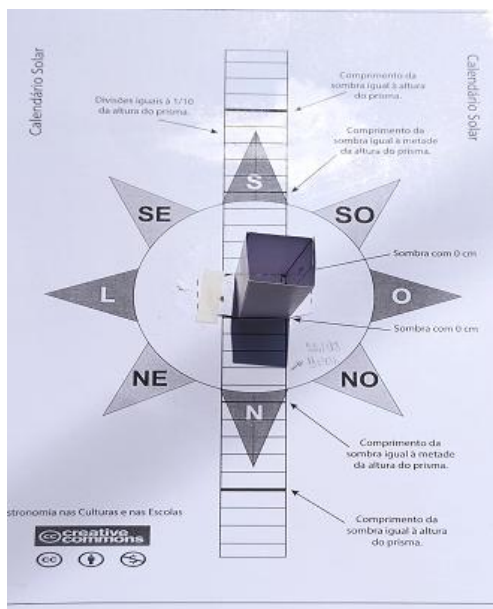
Cidade	Horário do nascer do Sol	Fonte
Rio Pardo de Minas	06h 17min	Lua
Capelinha	06h 20min	Tereza
Icaraí de Minas	06h 27min	Cida

Fonte: Atividades realizadas pelas estudantes.

No encontro síncrono de 03 de setembro, ao discutirem estas informações, a aluna Liz questionou “porque o horário em Rio Pardo e Capelinha estão diferentes, se o horário em que o Sol passa pelo ponto mais alto é igual (nas duas cidades)?” Foi Vitória quem indicou que “No inverno, as noites são longas e geladas” e, quanto mais ao sul a cidade está, maior será o tempo de duração da noite. Por consequência, menor a duração do dia. A informação de que os dias e noites têm duração diferente ao longo do ano, a depender da latitude da cidade, é algo compartilhado pelas próprias professoras, nas aulas de ciências da Educação Básica. O que esta atividade trouxe foi a percepção de que tal fenômeno pode ser percebido a partir das vivências das estudantes, ao invés de com a utilização de simuladores ou representações.

Na manhã de 22 de setembro, às 11h 43min, Teresa – moradora de Capelinha – realizou sua medição. Esta era uma das medições indicadas pelo professor da disciplina e que deveria ser realizada por todas as alunas. Esse dia marcou o equinócio de primavera em nosso hemisfério no ano de 2024, momento em que dias e noites têm a mesma duração em todo planeta. Temos um equinócio no primeiro semestre – de outono – e um no segundo semestre. A fotografia indica a diminuição da sombra.

Figura 9.6: Registro da sombra no meio-dia solar em Capelinha, 22/10/2024.



Fonte: Teresa.

A estudante relata que mais tarde, ao adicionar a fotografia no documento virtual de entrega, percebeu que “a sombra projetada ficou direcionada para o norte”, direção contrária à indicada na fotografia que Aurora havia submetido no mês de agosto, para aquele município (fotografia 9.4). Segue afirmando que “no hemisfério sul, onde estamos, as sombras geralmente se projetam para o sul ao meio-dia, pois o Sol atinge sua posição mais alta no céu a norte de nós.”

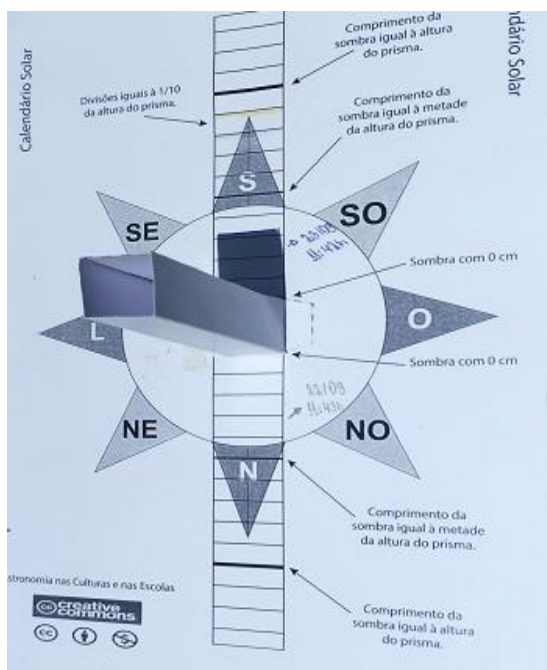
O actante “sombra” instigou Teresa a analisar o percurso solar para descobrir “o movimento (que o) Sol no céu” deveria seguir. Como o fez para Tales, a sombra do gnômon remeteu Tereza àquilo que para outros seria universal – o Sol e sua posição. A articulação entre o movimento de nossa estrela, a prática da utilização do aparelho astronômico e os resultados anteriores de suas observações fez com que a aluna tivesse um sobressalto: o mundo não estava funcionando corretamente. Este “sobressalto” foi provocado por uma rede de actantes engendrados, cujo funcionamento escapou ao que ela supôs ser o “normal”.

Ela relata que

“(…) percebi que cometi um erro ao não posicionar corretamente a Rosa dos Ventos. Por causa disso, a sombra projetada ficou direcionada para o norte, quando deveria estar apontando para o sul. Ao corrigir o alinhamento no dia seguinte, dia 23 de setembro, posicionei a Rosa dos Ventos corretamente, permitindo que a sombra apontasse para o sul, como esperado, e assim obtive o resultado correto da atividade.”

Impulsionada pelo objeto a aprofundar seu aprendizado, ela refez o registro em 23 de setembro, às 11h43:

Figura 9.7: Registro da sombra no meio-dia solar em Capelinha em 23/09/2024.



Fonte: Tereza

Após terem realizado observações ao longo de três meses, as estudantes perceberam – e relataram nos encontros – que o tamanho da sombra estava diminuindo. A figura abaixo, feita no final de outubro, indica que a sombra já estava bem menor que nos registros iniciais:

Calendário Solar

Divisões iguais a 1/10 da altura do prisma.

Comprimento da sombra igual à altura do prisma.

Comprimento da sombra igual à metade da altura do prisma.

Sombra com 0 cm

Sombra com 0 cm

Comprimento da sombra igual à metade da altura do prisma.

Comprimento da sombra igual à altura do prisma.

SE SO NO NE N S

as Culturas e nas Escolas

Fonte: Vitória

Algumas das estudantes estabeleceram relações entre a variação das sombras e festas coletivas em suas comunidades. Liz aponta que “a festividade que tem em minha comunidade é a novena de São José, padroeiro da igreja católica. Essa festividade ocorre no mês de março onde temos grandes sombras”. Já Kelly indica que “na época das sombras grandes (...) é comum a presença de festividades juninas e comidas típicas de inverno, como quentão e caldos.”

Também registram atividades voltadas ao cuidado com a terra e a produção alimentícia. Liz indica que “nos dias de sombras pequenas, é feito o plantio da mandioca”, assim como “o plantio da horta.” Na comunidade geraizeira em que a estudante vive, este período corresponde ao período chuvoso, necessário para que as mandiocas cresçam fortes. Mas parece haver uma sobreposição destes cultivos, se levarmos em consideração somente as sombras. Lua ajuda a elucidar essa questão, indicando o plantio também do “milho e feijão

(...) entre o equinócio de primavera e o solstício de verão.” Ou seja, no momento que antecede o Sol a Pino. Já “a plantação de horta é realizada “entre o equinócio de outono e solstício de inverno.”, porque “no solstício de inverno, em que as sombras estão maiores apontando para o sul, estamos consumindo os legumes e verduras que foram plantados nos meses de maio ou junho”.

No encontro síncrono realizado em novembro, as estudantes apresentaram as datas em que acreditavam que o Sol passaria “a pino” (Bedaque, Bretones, 2020) em suas comunidades. Além da percepção visual e da tentativa de indicar o momento pelas variações anteriores percebidas na sombra – “a cada mês, diminui duas unidades”, indicou Vanda em um encontro – as alunas lançaram mão do site *Heavens Above*, ao qual foram apresentadas no TE. Nele, a altura do Sol no céu diurno, em dado instante, é indicada pelo ângulo que forma com a superfície do plano do horizonte aparente da cidade em questão. Para confirmar suas estimativas, as estudantes mudaram a data no site, para suas comunidades, até encontrar o momento em que a altura do Sol fosse de 90°. Assim, elas indicaram as seguintes datas para a efeméride:

Tabela 9.2: Indicação do momento em que o Sol atinge o Zênite nas comunidades, no segundo semestre de 2024.

Cidade	Data/ hora de ocorrência do Sol a Pino	Fonte
Rio Pardo de Minas	04/11/2024, às 11h 24min	Lua
Capelinha	11/11/2024, às 11h 34min	Vitória
Icarai de Minas	Não conseguiram identificar	-----

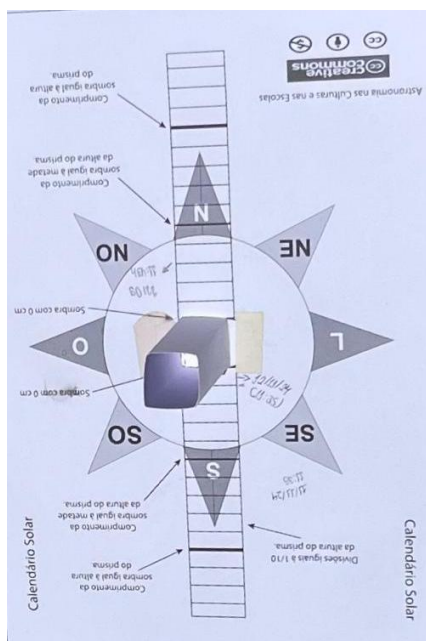
Fonte: Atividades realizadas pelas estudantes

Essas observações revelam ações lineares, todas desencadeadas pelo actante — a sombra. Num primeiro instante, as alunas viram-se conduzidas por esse mediador silencioso, seguindo uma sequência que as levou a aprender a correlação entre a trajetória do Sol e a

posição de sua comunidade na esfera curva do planeta. Em seguida, com essa compreensão adquirida e na ausência da própria sombra, foram mobilizadas a responsabilizar a posição do Sol, durante o sol a pino, buscando vê-lo incidir praticamente a 90° sobre o solo, exatamente onde repousava o gnômon.

Abaixo, temos o registro do sol a pino na comunidade de Capelinha.

Figura 9.9: Registro da sombra no meio-dia solar em Capelinha, em 11/11/2024.



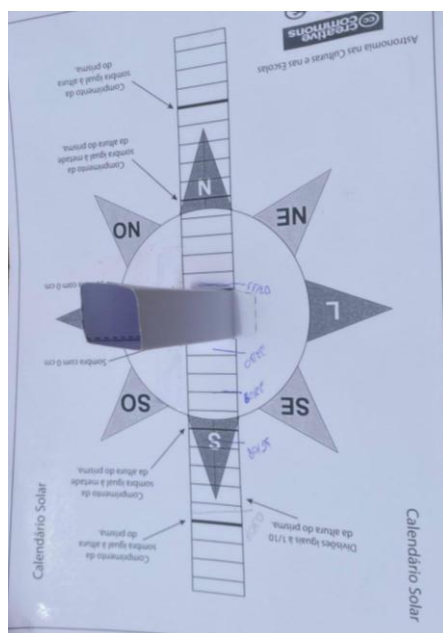
Fonte: Aurora

Neste caso, um novo susto aconteceu com a estudante. Acostumada a até então posicionar o aparelho no momento do registro fotográfico com a sombra “encaixada” na marcação que indica a direção norte-sul, ela relatou um problema em um áudio enviado no WhatsApp do professor. Disse ela: “eu fui tirando foto... eu posicionava a folha, para o norte, para o sul, eu virava a folha, para tentar encontrar a sombra, e eu não encontrava...” O assombro surgiu da quebra de expectativa em uma prática recorrente, da necessidade

de agir de maneira diferente em relação ao aparelho e à sombra. Mas neste caso foi a ausência do actante que levou à confusão.

Já na cidade de Rio Pardo de Minas, outro actante entrou em ação. Segundo os relatos de Lua, no dia 04 de novembro o céu estava nublado, o que inviabilizou a obtenção da imagem. Novamente nos dias que se seguiram, o que a levou a tomar o registro somente três dias após o inicialmente planejado pela estudante para observação. Segue a fotografia tirada pela estudante.

Figura 9.10: Registro da sombra no meio-dia solar em Rio Pardo de Minas, 07/11/2025.



Fonte: Lua

É interessante notar que as ações são “enxames” e apesar de ser possível e desejável nos organizarmos para realizá-las, outros actantes podem entrar em cena, inviabilizando aquilo que desejávamos realizar. Na fotografia 9.10 é possível perceber uma pequena sombra apontando para o norte, o que indica que o Sol estava localizado ao sul da cidade de Rio Pardo de Minas. Como indicamos na fotografia 9.9, após mais quatro dias ele “chegou” no zênite sobre a cidade de

Capelinha, em seu percurso para o sul. O solstício de verão aconteceu no dia 21 de dezembro, quando ele nasceu na latitude 23°21' Sul, que marca o Trópico de Capricórnio. Após esse dia, ele se move em direção ao norte do céu, passando pelas mesmas cidades ao longo do mês de fevereiro.

Conclusões

Os apontamentos realizados aqui ressaltam que o planejamento das atividades da disciplina dentro da abordagem das Humanidades Científicas permitiu levar em consideração os territórios onde os estudantes existem. Essa é uma das propostas centrais das Humanidades Científicas (Coutinho, *et al.* 2022), em que propomos que “as práticas são múltiplas e localizadas” (Coutinho *et al.* 2022, p. 410). Nos diversos cursos baseados na Pedagogia da Alternância e nosso país, temos estudantes de diversas regiões que compartilham o espaço escolar durante o TE e que retornam às suas cidades no TC. Atividades que permitam aos futuros docentes compreender que seus territórios são patches únicos dentro da Zona Crítica favorecem a compreensão da diversidade de possibilidades de construir realidades com os demais vivos e não vivos.

Para estas estudantes a separação entre os céus e seus territórios é uma construção imaginária. Os céus comandam as ações dos coletivos, permitem ou inviabilizam as práticas, tanto acadêmicas – como veremos a seguir – quanto de sobrevivência, como apontamos no parágrafo acima. Aquilo a que chamamos cultura tem suas raízes emaranhadas àquilo que chamamos natureza, sendo em última instâncias, as duas faces de um mesmo mundo, distinguíveis somente se congelamos este mundo com o uso de métodos – sejam eles científicos ou de outra natureza (Law, 2004).

Múltiplas metodologias levaram a múltiplas realidades performadas pelos actantes apresentados aqui. Essas realidades são localizadas e seus estudos ultrapassam o campo da Física, da Química ou da Biologia. Sequer podemos dizer que o trabalho apresentado aqui está inscrito no campo da Astronomia, uma vez que a separação inaugurada por Aristóteles ainda campeia nas discussões do campo. Como aponta Latour (2020a) é preciso “vigiar as fronteiras” daquilo a que se convencionou demarcar como os campos tradicionais do

conhecimento. Porque o maior desafio é pensar naquilo que sequer sabemos existir.

Agradecimentos

Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade e pelo apoio financeiro. Bruno Francisco Melo Pereira é grato ao IFMG campus Betim pelo afastamento e pelo apoio financeiro à capacitação e à Pró-Reitoria de Graduação pela Monitoria da Graduação que o permitiu acompanhar as alunas da LECampo. Maria Luísa Schiavoni Oliveira é grata ao CNPq pela bolsa de iniciação científica.

Referências

- AFONSO, Germano. Mitos e estações no céu Tupi Guarani. **Scientific American Brasil**, n. 47, p. 47-56, 2004.
- AFONSO, G. B.; NADAL, C. A. Arqueoastronomia no Brasil. In: MATSUURA, Oscar T. (Org.). **História da astronomia no Brasil** (2013). v. 1, cap. 2. Recife: CEPE; SECTEC; Rio de Janeiro: MAST/MCTI, 2014. Disponível em http://site.mast.br/HAB2013/historia_astronomia_1.pdf, acessado em 06 set. 2023.
- BEDAQUE, Paulo; BRETONES, Paulo Sergio. O Sol está sempre a pino ao meio-dia? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20190025, 2020.
- CARDOSO, Walmir Thomazi. Astronomia Cultural: como povos diferentes olham o Céu. **e-Boletim da Física**, v. 5, n. 5, p. 1–8, 2016.
- CARDOSO, Walmir Thomazi; MUDRIK, Armando; ESBELL, Jaider. Cada curva do rio tem um céu., **Nossa Voz: Regenerações**, São Paulo, Ed. Casa do Povo, 2021.
- CREPALDE, Rodrigo dos Santos; CARVALHO, Diones Ferreira Os conhecimentos tradicionais sobre a lua na comunidade jardim: reconhecendo saberes para afirmar direitos. **Communitas**, [S.

l.], v. 5, n. 9, p. 365–378, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/COMMUNITAS/article/view/4516>. Acesso em: 15 nov. 2023.

COOK, Kristin; BROWN, Alan; BALLARD, Genry; Using Photovoice to Explore Environmental Sustainability Across Languages and Cultures. **Discourse and Communication for Sustainable Education**, v. 7, n. 1, p. 49–67, 1 dez. 2016.

COUTINHO, Francisco Ângelo; LOBO, Samuel Itxai Silva; FREITAS, Ana Paula Silva; *et al.* Contribuições para a Compreensão da Natureza da Ciência na Educação em Ciências: um Estudo a Partir da Concepção Latouriana Sobre a Fabricação da Objetividade Científica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e35690, 2022.

FREITAS, Ana Paula; COUTIINHO, Francisco Ângelo. O método fotovoz e abordagem de saberes populares na educação em ciências em escolas do campo: rastreando modos de existência campestinos. In: COUTINHO, Francisco Ângelo; SILVA, Fábio Augusto Rodrigues e; FRANCO, Luiz Gustavo; VIANA, Gabriel Mendes. **Tendências de pesquisas para a Educação em Ciências**. 2022. Disponível em: <https://zenodo.org/record/7246716>. Acesso em: 14 maio 2023.

HAMACHER, D. W., FULLER, R. S., LEAMAN, T. M., & BOSUN, D. Solstice and solar position observations in Australian Aboriginal and Torres Strait Islander traditions. **Journal of Astronomical History and Heritage**, 23, 89–99, 2020. Disponível em: <http://www.aboriginalastronomy.com.au/wp-content/uploads/2020/04/Hamacher-et-al-2020-Solstices-Equinoxes-Aboriginal.pdf>.

JAFELICE, Luiz Carlos. Astronomia cultural nos ensinamentos fundamental e médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 19, p. 57–92, 1 jul. 2015.

JAFELICE, Luiz Carlos; O ensino de astronomia cultural: por quem, para quem, como e para quê? **Anais do IV Simpósio**

Nacional de Educação em Astronomia, Goiânia, 2016. Acessado em 28 set. 2023, disponível em https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2018/04/SNEA2016_M1_Jafelice.pdf.

LATOUR, Bruno; **Reagregando o social**: Uma introdução à teoria do Ator-rede, Salvador: Edufba, 2012.

LATOUR, Bruno; **A esperança de Pandora**: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. São Paulo, Ed. UNESP, 2017.

LATOUR, Bruno; **Jamais Fomos Modernos**: ensaio de antropologia simétrica. São Paulo: Ed. 34, 2019

LATOUR, Bruno; **Cogitamus**, São Paulo: Ed. 34, 2020a

LATOUR, Bruno; **Diante de Gaia**: oito conferências sobre a natureza no antropoceno. São Paulo: Ubu, 2020b

LATOUR, Bruno; **Onde Estou?** – Lições do confinamento para uso dos terrestres, Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, Rio de Janeiro, 2021.

LAW, John. ***After Method: mess in social Science research***. New York: Routledge, 2004.

LIMA, Flavia Pedroza; BARBOSA, Priscila Faulhaber; CAMPOS, Marcio D'Olne; JAFELICE, Luiz Carlos; BORGES, Luiz Carlos; Relações céu-terra entre os indígenas no Brasil: distintos céus, diferentes olhares, In: MATSUURA, Oscar T. (Org.). **História da astronomia no Brasil**. v. 1, cap. 2. Recife: CEPE; SECTEC; Rio de Janeiro: MAST/MCTI, 2014. Disponível em http://site.mast.br/HAB2013/historia_astronomia_1.pdf, acessado em 06 set. 2023.

MACHADO, Daniel Iria. Movimento aparente do sol, sombras dos objetos e medição do tempo na visão de alunos do sétimo ano do ensino fundamental. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 15, p. 79–94, 2013.

- MARRAS, Stélio. O mundo desde o fim: Desafios expiatórios da modernidade; *In*: ALZAMORA, Geane; ZILLER, Joana; COUTINHO, Francisco Ângelo (Orgs.). **Dossiê Bruno Latour**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2021.
- SOARES, Leonardo Marques; PRADO, Francisco de Borja López de. O Relógio de Sol Equatorial e o Globo Terrestre Orientado; *In*: **Ensino de Astronomia na Sala de Aula**. LONGHINI, Marcos Daniel. Campinas: Átomo, 2014.
- SANTOS, Fabiana Gomes. **Leitura empírica do céu de caiçara: uma abordagem metodológica para o ensino de astronomia em uma escola do campo**. 07/11/2019 144 f. Mestrado Profissional em Astronomia Instituição de Ensino: Universidade Estadual de Feira de Santana
- RODRIGUES, Marta De Souza; LEITE, Cristina. Astronomia cultural: análise de materiais e caminhos para a diversidade nas aulas de Ciências da Natureza. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 22, p. e15812, 2020.
- SERRES, Michel. O que Tales viu aos pés da Pirâmide. *In*: MACHADO, Roberto; POIROT-DELPECH, Sophie (Orgs.). **Hermes: Uma filosofia da Ciência**. Rio de Janeiro: Graal, 1990, p. 37 - 52.
- TROGELLO, Anderson Giovani; NEVES, Marcos Cesar Danhoni; SILVA, Sani De Carvalho Rutz Da. A sombra de um Gnômon ao longo de um ano: observações rotineiras e o ensino do movimento aparente do sol e das quatro estações. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 16, p. 7–26, 2014.
- VIANA, Gabriel Menezes; ARAÚJO, Rodolfo Dias de; COUTINHO, Francisco Ângelo. **Big Science e a Natureza da Ciência**. 2023. Disponível em: <https://zenodo.org/record/7709417>. Acesso em: 1 maio 2025.

**Bruna Karla Marinho De Souza
Karla Magna dos Santos Gonçalves
Francisco Ângelo Coutinho**

NO RASTRO DO LIXO DOMÉSTICO: UMA ABORDAGEM DA ZONA CRÍTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS



Introdução

O lixo urbano é um reflexo de problemas ambientais e sociais ligados à relação entre sociedade e meio ambiente. Na chamada Zona Crítica, local de intensa interação entre dinâmicas humanas e naturais, esses problemas tornam-se mais evidentes. A análise de como o lixo é gerado, descartado e gerido em áreas urbanas oferece uma oportunidade de repensar não apenas práticas ambientais, mas também valores sociais, culturais e educacionais, principalmente no Antropoceno, onde as ações humanas mostraram ter maior impacto do que se esperava.

Contagem, cidade na região metropolitana de Belo Horizonte, exemplifica esses desafios. A presença de terrenos baldios que se transformam em depósitos clandestinos de lixo, combinada com práticas inadequadas, como a queima de resíduos, revela desigualdades sociais que vão além da infraestrutura urbana. Na imagem 1, vemos uma foto de um terreno baldio com descarte de lixo e pontos de queimadas, ilustrando essa realidade e evidenciando como esses espaços se tornam focos de degradação ambiental e social. Este capítulo utiliza o conceito de Zona Crítica, elaborado por Bruno Latour (2020), para destacar como o lixo doméstico, ao invés de ser um mero subproduto da vida urbana, atua como um agente transformador das relações sociais e ambientais.

Nossa abordagem centra-se no papel da educação e nas humanidades científicas (Latour, 2016) como uma ferramenta para compreender e enfrentar esses desafios. Abordaremos uma experiência de prática educativa e como ela contribuiu para a conscientização sobre os impactos do lixo e na elaboração de possíveis soluções aterradas (Latour, 2020) que promovam a sustentabilidade. Para tal, uma estudante da Iniciação Científica Júnior (IC-Júnior) investigou a relação entre o descarte inadequado de resíduos em Zona Crítica de Contagem e os impactos socioambientais que resultam dessas práticas. A estudante também buscou compreender como a educação em Humanidades Científicas pode contribuir para a transformação da Zona Crítica, promovendo práticas mais sustentáveis e refletindo sobre as desigualdades que moldam a relação das comunidades com o meio ambiente.

Figura 10.1: terreno baldio com descarte de lixo e pontos de queimadas.



Fonte: Bruna Karla Marinho de Souza.

Como ponto de partida da pesquisa, a estudante elaborou a seguinte questão de pesquisa: quais são os rastros do lixo doméstico? Ao elaborar a questão de pesquisa, percebemos a nossa própria ignorância sobre os resíduos que produzimos diariamente, essa ignorância é construída no pensamento moderno e o apagamento das agências dos não-humanos (Latour, 1994).

Metodologia

Para conduzir esta pesquisa, adotamos uma abordagem qualitativa. Essa escolha metodológica nos permitiu compreender tanto os aspectos objetivos do descarte inadequado de resíduos quanto às percepções e experiências das pessoas que convivem com esse problema. Reconhecendo que o pesquisador não é neutro nem separado de seu objeto de estudo, utilizamos a observação participante como uma estratégia central (Medeiros, 2012; Jaccoud e Mayer, 2014). A metodologia utilizada nos permitiu um envolvimento ativo com as comunidades afetadas, promovendo um olhar mais empático e aprofundado sobre a realidade vivenciada por elas. Durante o trabalho de campo, empregamos diversas ferramentas para garantir a abrangência e a precisão dos dados coletados:

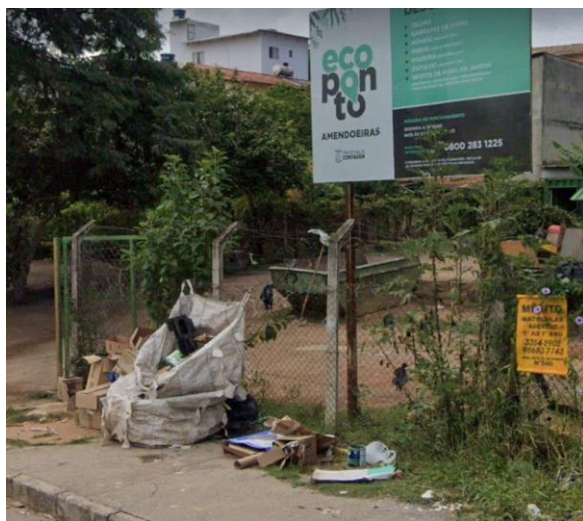
- **Mapeamento de territórios críticos:** Foram analisados dez locais de descarte irregular na cidade de Contagem, dos quais sete eram terrenos baldios em áreas periféricas. Esses locais foram avaliados com base em critérios como condições físicas, proximidade de áreas habitadas, impacto visual e os riscos ambientais associados;
- **Entrevistas com moradores:** Os residentes das comunidades próximas foram entrevistados com o intuito de compreender melhor como o problema do descarte de resíduos afeta o cotidiano, a saúde e a percepção sobre as políticas públicas dessas comunidades;
- **Registro fotográfico:** Fotografias que ilustram as condições dos terrenos analisados, destacando o impacto visual e ambiental causado pelo acúmulo de resíduos;
- **Caderno de campo:** Registro das observações detalhadas, reflexões e demais dados construídos durante as visitas aos locais mapeados, complementando os outros métodos utilizados;
- **Estudos da cartografia local:** Foram analisados os mapas da região para compreender a distribuição espacial dos pontos de descarte irregular e suas relações com as áreas urbanas e rurais da cidade.

As entrevistas com os moradores locais abordaram a percepção dos participantes sobre o descarte de resíduos, o impacto do lixo no cotidiano e a eficácia das políticas públicas voltadas para a gestão de resíduos, sendo elas, utilizadas meramente como meio de compreensão do conhecimento local sobre o ambiente ao qual vivem, e não como dados científicos.

Adicionalmente, visitamos dois ecopontos — Amendoeira e Carajás — para observar a infraestrutura e a organização da coleta seletiva em Contagem. Na imagem 2 podemos ver a entrada do ecoponto Vale das Amendoeiras, enquanto na imagem 3 percebemos a entrada do ecoponto Carajás. Tais imagens destacam a existência de uma estrutura disponível para o descarte adequado de resíduos. Dados secundários, como relatórios municipais sobre gestão de

resíduos e estudos acadêmicos sobre Zona Crítica, também foram consultados para enriquecer a análise.

Figura 10.2 Entrada de ecoponto Vale das Amendoeiras.



Fonte: Bruna Karla Marinho De Souza

Figura 10.3: Entrada de ecoponto Carajás.



Fonte: Bruna Karla Marinho De Souza

Resultados

O mapeamento dos locais de descarte irregular revelou um padrão claro: a maior concentração de lixo ocorre em áreas periféricas com infraestrutura precária e áreas de muita movimentação de carros, como rodovias próximas de indústrias. Podemos observar essa realidade pelo terreno baldio com descarte de lixo na imagem 4. É possível notar como tais espaços são utilizados como depósitos clandestinos de resíduos. Os terrenos baldios, geralmente próximos a comunidades de baixa renda, são usados para o descarte de lixo doméstico, entulho de construção e até resíduos industriais. Essas áreas, que deveriam servir como espaços para o desenvolvimento urbano, acabam sendo transformadas em zonas de depósito, onde as consequências do descarte inadequado são exacerbadas pela falta de fiscalização e políticas públicas eficazes. As extremidades das estradas acumulam cada vez mais entulhos e, por ser uma área de passagem rápida, muitos não dão atenção.

Figura 10.4: terreno baldio com descarte de lixo.



Fonte: Bruna Karla Marinho De Souza

Bruno Latour (2020) descreve a Zona Crítica como locais de interdependência entre ações humanas e sistemas naturais, onde os impactos ambientais revelam a complexidade das relações sociais. Em Contagem, essa zona mostra como o lixo, longe de ser apenas um resíduo inerte, transforma o espaço urbano e perpetua desigualdades. Por exemplo, a prática de descartar lixo em terrenos baldios não apenas degrada o ambiente, mas também reforça a marginalização social das comunidades que vivem próximas a esses locais.

As entrevistas realizadas com moradores destacaram percepções importantes sobre o problema do lixo. Muitos entrevistados relataram sentir-se abandonados pelas autoridades locais, apontando a ausência de fiscalização e a falta de alternativas acessíveis para o descarte correto de resíduos. A imagem 5 captura o mais um terreno baldio com descarte de lixo inadequado e vários focos de queima, ilustrando essa problemática e servindo como uma evidência da falta de gestão eficiente do lixo. Além do mais, essa percepção de negligência contribui para a perpetuação de práticas inadequadas, como a queima de lixo em áreas rurais e o descarte de resíduos em locais não apropriados.

Figura 10.5: terreno baldio com descarte de lixo e vários pontos de queima.



Fonte: Bruna Karla Marinho De Souza.

Um ponto preocupante é a normalização de tais práticas. Vários moradores admitiram conhecer pessoas que queimam lixo ou descartam resíduos em terrenos baldios, mas poucos demonstraram interesse em denunciar essas ações. Esse comportamento reflete não apenas a descrença na eficácia das autoridades, mas também a falta de conscientização sobre os impactos negativos dessas práticas. A queima de resíduos, por exemplo, libera gases tóxicos que afetam a qualidade do ar e representam riscos à saúde pública, sendo atualmente classificado como crime ambiental, dando multas até prisão dependendo do caso. Mas, apesar do reconhecimento dessas

práticas como erradas, os moradores ainda se ressentem em denunciar.

Sobre a infraestrutura de gestão de resíduos em Contagem, podemos dizer que ela apresenta avanços importantes, mas ainda enfrenta desafios significativos. A esquina de uma rua com excesso de lixo em contato direto com o solo (imagem 6), é um exemplo desses desafios. O acúmulo de resíduos em vias públicas reflete a insuficiência de estratégias eficazes de coleta e descarte. O aterro sanitário da cidade, equipado com sistemas de impermeabilização do solo e captação de chorume, opera próximo de sua capacidade máxima, levantando preocupações sobre sua sustentabilidade a longo prazo, o que limita o descarte contínuo de resíduos de grandes fontes, como a Ceasa Minas. Isso levou à busca por soluções mais sustentáveis para gerenciar o grande volume de resíduos gerados.

Figura 10.6: Esquina de rua com excesso de lixo com contato com o solo.



Fonte: Bruna Karla Marinho De Souza.

Os ecopontos, estruturas que oferecem uma alternativa para o descarte correto de materiais recicláveis, desempenham um papel crucial na gestão de resíduos. Na imagem 7 percebemos a variedade de materiais descartados e os desafios enfrentados na separação de resíduos. Contudo, sua distribuição desigual e a falta de campanhas educativas limitam seu impacto, especialmente em áreas periféricas. Durante as visitas aos ecopontos, observamos uma alta taxa de contaminação dos resíduos recicláveis, resultado da mistura com resíduos orgânicos e outros materiais inadequados. Esse problema aponta para a necessidade de investir em programas de conscientização que ensinem a população a separar adequadamente os resíduos em suas casas.

Figura 10.7: Conteúdo do ecoponto Vale das Amendoeiras.



Fonte: Bruna Karla Marinho De Souza.

Impactos Ambientais e Sociais: Os impactos ambientais do descarte inadequado de resíduos são vastos e causam preocupações tanto no curto quanto no longo prazo. O excesso de resíduos na lixeira (imagem 8) é mais uma evidência dos problemas relacionados à má gestão do lixo, mostrando como a sobrecarga de resíduos pode levar ao descarte inadequado. Em terrenos baldios, o lixo acumulado se transforma em uma fonte constante de contaminação. Durante as chuvas, o chorume — líquido tóxico gerado pela decomposição do lixo — infiltra-se no solo, atingindo os lençóis freáticos. Isso coloca em risco a qualidade da água subterrânea, essencial para as comunidades

rurais que dependem dela para consumo humano, agricultura e pecuária. Esse tipo de poluição não apenas compromete a saúde da população local, mas também afeta diretamente a biodiversidade, prejudicando a flora e a fauna da região.

Figura 10.8: Excesso de resíduos na lixeira e ao redor.



Fonte: Cristina Oliveira.

No entanto, os danos não se restringem ao meio ambiente. O descarte irregular perpetua desigualdades sociais ao reforçar a marginalização de áreas periféricas. Comunidades que convivem diariamente com o lixo enfrentam uma série de problemas: a proliferação de vetores de doenças, como ratos e insetos, cria um ambiente insalubre; a má gestão do saneamento básico reforça a sensação de descaso por parte das autoridades; e a presença de resíduos afeta a autoestima dos moradores, que veem seu espaço ser degradado.

Além disso, os impactos vão além das fronteiras locais. O lixo espalhado em terrenos baldios prejudica a imagem da cidade, afetando negativamente o turismo, a segurança ambiental e a estética urbana. A gestão de resíduos, portanto, não é apenas uma questão técnica de coleta e descarte, mas trata-se de uma questão

profundamente social e cultural que exige políticas públicas integradas, educação ambiental e a inclusão das comunidades no processo de decisão. Somente buscando soluções que estejam aterradas será possível promover mudanças significativas e duradouras, beneficiando tanto as pessoas quanto o meio ambiente.

Uma comunidade local, situada em uma região rural próxima à área estudada, enfrenta problemas graves de saneamento básico. A imagem 9, mesmo local da imagem anterior, destaca como o acúmulo de lixo ultrapassa a capacidade das lixeiras, espalhando-se pelo entorno. É comum observar o acúmulo de lixo em lixeiras que já estão transbordando, com resíduos espalhados ao redor. Essa situação cria verdadeiras "ilhas de entulho", principalmente em locais onde o serviço de coleta de resíduos sólidos é raro ou irregular.

Figura 10.9: local da comunidade com excesso de resíduos na lixeira e ao redor.



Fonte: Moradora do bairro.

Devido à falta de infraestrutura adequada, os moradores muitas vezes precisam lidar com o lixo por conta própria, seja removendo manualmente, queimando ou simplesmente deixando-o no local. Na imagem 10, podemos notar, em outro ângulo, como o acúmulo prolongado de resíduos agrava os impactos ambientais e sociais. Em

algumas ocasiões, devido à inexistência de uma coleta adequada, o lixo pode permanecer acumulado por meses, gerando um ambiente insalubre que atrai vetores de doenças, como ratos e insetos, e polui o solo e a água da região.

Figura 10.10: Excesso de resíduos na lixeira e ao redor.



Fonte: Moradora do bairro.

Considerações finais

A análise do descarte de resíduos em Contagem demonstra que o lixo não é apenas um subproduto da vida moderna, mas um elemento ativo que transforma a Zona Crítica e as relações sociais. Para enfrentar os desafios identificados, é essencial promover políticas públicas que combinem investimentos em infraestrutura com campanhas de conscientização ambiental e que promovam a busca por soluções que estejam aterradas (Latour, 2020)

A educação em humanidades científicas desempenha um papel central nesse processo, ao promover a capacitação dos indivíduos para refletirem criticamente sobre sua relação com o meio ambiente e para adotarem práticas mais sustentáveis. Incorporar temas como gestão de resíduos nos currículos escolares e promover atividades

práticas, como visitas a ecopontos, são estratégias eficazes para engajar os estudantes e incentivar mudanças de comportamento.

Por fim, a transformação da Zona Crítica em espaços de sustentabilidade requer um esforço conjunto entre governo, sociedade civil e instituições educacionais. Somente com uma abordagem integrada e participativa será possível construir um futuro em que o lixo deixe de ser um problema e se torne uma oportunidade de aprendizado e transformação social.

Agradecimentos

Bruna Karla Marinho de Souza agradece a todos os moradores de Contagem que participaram das entrevistas e forneceram informações valiosas para esta pesquisa, às equipes dos ecopontos Amendoeira e Carajás, que permitiram observar de perto os desafios e as possibilidades da gestão de resíduos. Também agradece à FAPEMIG pela bolsa de Iniciação Científica Júnior, à UFMG e ao Francisco Ângelo Coutinho pelo interesse e orientação na iniciação científica júnior. Karla Magna dos Santos Gonçalves é grata à FAPEMIG. Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade e pelo apoio financeiro.

Referências

ECOPONTOS: uma solução adequada e sustentável para o descarte de inservíveis na cidade. **Prefeitura de Contagem**, [s.d.]. Disponível em: <https://portal.contagem.mg.gov.br/portal/noticias/o/3/77926/ecopontos-uma-solucao-adequada-e-sustentavel-para-o-descarte-de-inserviveis-na-cidade>. Acesso em: 7 dez. 2024.

PREFEITURA DE CONTAGEM. **Prefeitura e AC Ceasa buscam solução para o destino sustentável de resíduos da Ceasa Minas**. *Prefeitura de Contagem*, [s.d.]. Disponível em: <https://portal.contagem.mg.gov.br/portal/noticias/o/3/79978/prefeitura-e-acceasa-buscam-solucao-para-o-destino-sustentavel-de-residuos-da-ceasa-minas/>. Acesso em: 7 dez. 2024.

INFOSANBAS. **Possui Plano Municipal de Saneamento Básico.** *Infosanbas*, [s.d.]. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/municipio/contagem-mg/>. Acesso em: 7 dez. 2024.

ECOPONTOS: a serviço da população para combater a poluição nas ruas da cidade. **Prefeitura de Contagem**, [s.d.]. Disponível em: <https://portal.contagem.mg.gov.br/portal/noticias/o/3/78242/ecopontos-a-servico-da-populacao-para-combater-a-poluicao-nas-ruas-da-cidade/>. Acesso em: 7 dez. 2024.

LATOUR, B; WEIBEL, P. **Critical Zones:** The science and politics of landing Earth. Karlsruhe: ZKM | Center for Art and Media Karlsruhe, Germany; Cambridge, MA / London, England: The MIT Press, 2020.

DANOWSKI, Déborah; CASTRO, Eduardo Viveiros de. **Há mundo por vir? Ensaio sobre os medos e os fins.** Desterro [Florianópolis]: Cultura e Barbárie; Instituto Socioambiental, 2014.

**Daniel Moura Valadares
Bruno Francisco Melo Pereira
Francisco Ângelo Coutinho**

RELAÇÕES DA ÁGUA NA ZONA CRÍTICA: ATERRANDO A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO ANTROPOCENO



Introdução

A vida na Terra depende diretamente da existência da água. Esta frase é tão verdadeira que um dos primeiros marcadores utilizados no início da busca de vida fora de nosso planeta é a possibilidade de existência de água no estado líquido (McKay, 2007; Pereira, Coutinho, Viana, 2023). Como um dos recursos naturais mais essenciais, ela desempenha um papel central na manutenção da vida e no equilíbrio das dinâmicas ecológicas, sociais e econômicas. Seja por meio da água da chuva, das nascentes, dos rios ou daquela canalizada que utilizamos no cotidiano de nossas cidades, a água estabelece conexões profundas e indispensáveis entre vivos e não-vivos, influenciando os processos naturais e as atividades humanas.

Nesse contexto, observa-se que, especialmente nos dias atuais, a crescente conscientização sobre os impactos das atividades humanas no meio ambiente ressalta a necessidade de repensarmos as formas como nos relacionamos com os ambientes em que vivemos (Latour, 2020a).

Defendendo que temos vivido nos tempos do Antropoceno (Latour, 2020a), compreendemos ser necessário reconstruir as condições necessárias para que a vida possa persistir em nosso próprio mundo. Nesse cenário, a água emerge como um recurso crucial para examinar as relações que temos estabelecido com os demais seres.

Figura 11.1: Espessura da Zona Crítica em escala planetária.



Fonte: Alexandra Arènes, 2021.

Vemos acima (Figura 11.1) uma imagem que mostra a espessura da Zona Crítica (Latour, Wiebel, 2020) em escala planetária. Esse conceito que também já foi abordado anteriormente neste livro, refere-se à fina camada da superfície terrestre construída pelos processos biológicos, geológicos, químicos e atmosféricos. Este é o espaço onde buscamos compreender como a água age, conectando vivos e não vivos.

Neste tempo, o antropoceno, e espaço, a Zona Crítica, buscamos construir uma pesquisa que rastreasse o percurso que a água realiza desde a sua nascente, passando pela torneira em nossas casas, até a foz, identificando as redes que ela constrói por onde ela passa. Buscamos também analisar o impacto da água na Zona Crítica e suas interações com outros modos de constituir nosso mundo, relacionados com a gestão coletiva da água, o que acreditamos ser necessário na educação em ciências que leve em consideração a ação política democrática (Coutinho, Figueiredo, Silva, 2022).

Essas conexões revelam como as dinâmicas hídricas influenciam e são influenciadas por estruturas sociais e econômicas, destacando a complexidade das relações. Nesse contexto, a educação científica emerge como uma ferramenta indispensável para enfrentar tais desafios oferecidos pelo Antropoceno, pois, como destacado no

livro *Tendências de Pesquisas para a Educação em Ciências* (Coutinho *et al.*, 2022), a complexidade dos problemas contemporâneos exige uma educação que reconheça a interconexão entre humanos e não-humanos, superando práticas educacionais lineares e propondo uma perspectiva mais integrada e crítica.

A escolha de investigar as relações entre a água e a Zona Crítica no contexto do Antropoceno se justifica pela relevância desse tema em múltiplas dimensões. A água é um recurso vital, no entanto, a sua disponibilidade e qualidade têm sido crescentemente ameaçadas pelas atividades humanas.

No contexto atual muitos desafios estão diretamente ligados à gestão inadequada e à escassez hídrica. Um estudo recente revela que mais de 4,4 bilhões de pessoas consomem água imprópria no mundo (Soliman, 2024). No Brasil, aproximadamente 33 milhões de pessoas vivem sem acesso à água potável, de acordo com dados do Instituto Trata Brasil (2023). Esses números evidenciam que, apesar da aparente facilidade de acesso ao recurso em algumas regiões, uma parcela significativa da população enfrenta dificuldades graves para acessá-lo de maneira digna. Diante desse cenário, compreender como a água se conecta com diferentes elementos sociais e naturais promove a conscientização e mobilização de comunidades em torno de práticas mais sustentáveis e engajadas na gestão dos recursos hídricos. Isso oferece subsídios para que estudantes e cidadãos se conectem de maneira mais profunda e responsável com os sistemas que sustentam a vida.

Este capítulo descreve uma pesquisa realizada no âmbito do Programa de Iniciação Científica Júnior da UFMG, os métodos de registro e as fontes secundárias utilizadas por um estudante do Ensino Médio que buscou responder à pergunta: “De onde vem a água que sai da torneira de minha casa?” Serão explorados os primeiros passos da investigação, o papel da Copasa, o projeto Reviva Pampulha, o trajeto da água desde a sua coleta até o seu tratamento. Tal questão levou o estudante ao contexto das bacias hidrográficas onde vive e de onde vive, destacando reflexões sobre a dependência entre o social e o ambiental na construção do espaço urbano. Por fim, o capítulo se encerra com as conclusões sobre a importância da água na Zona Crítica e no Antropoceno, bem como os principais resultados obtidos ao longo do estudo.

Metodologia

Todo bom projeto de pesquisa necessita de uma metodologia, ela nos permite escolher o melhor caminho, tornando o estudo mais prático e mais científico, além de desempenhar no pesquisador o ato de pensar. Descrevemos os passos adotados para investigar as relações entre a água e os demais seres na Zona Crítica dentro da temporalidade do Antropoceno. Para isso, foram utilizados métodos qualitativos que permitiram rastrear o trajeto que a água realiza, desde a sua nascente, até chegar em sua foz, analisando as redes de interações que a água constrói pelos diversos meios por onde ela passa. A escolha por essa abordagem justifica-se pela necessidade existente de entender as dinâmicas complexas que envolvem a água e sua importância nos desafios contemporâneos. Esse tipo de abordagem permitiu captar as múltiplas dimensões das conexões investigadas.

A produção de dados dessa pesquisa foi realizada por meio de diversos instrumentos. Uma dessas formas se baseou na utilização de fotografias para registrar diversos elementos e partes do trajeto rastreado durante a pesquisa. A estas fotografias os pesquisadores associaram seus registros escritos ou orais, dos motivos que levaram àquela imagem. Além disso, em diversas situações trabalhadores estavam em ação no local onde os registros foram realizados e ao ser questionados acerca daquilo que realizavam, trouxeram informações adicionais ao registro fotográfico. Tais entrevistas foram realizadas com funcionários da Copasa que trabalhavam em obras relacionadas com o Projeto Reviva Pampulha, com docentes de uma escola da região e também com moradores locais. Tiveram suma importância para o projeto de rastreio, por trazerem informações sobre processos, partes do trajeto da água e evidenciar relações construídas por ela ao longo de todo o seu percurso. Em associação com os registros fotográficos, trouxeram sentidos outros para a pesquisa.

Chamado de Fotovoz, este processo foi inicialmente pensado como uma forma de construir relatos de risco epidemiológico nos campos de pesquisa em saúde pública e epidemias (Fernandes *et al.*, 2016). Rapidamente outros campos do conhecimento começaram a utilizar tal metodologia tanto na discussão sobre questões e impactos ambientais em áreas degradadas (Cook, Brown, Ballard, 2016) quanto

na investigação sobre a formação intercultural promovida em escolas da Educação do Campo e nas pesquisas na Educação em Ciências (Freitas, Coutinho, 2022). Neste caso, o cientista em formação efetua o registro daqueles seres que são objeto da pesquisa e busca informações sobre as relações que estão sendo construídas entre o objeto focal da pesquisa (Latour, 2012) e a rede sociotécnica que permitiu que ele agisse.

A construção dos dados também contou com o apoio de fontes secundárias, como literatura científica, que ajudou a embasar o conteúdo abordado e a realizar comparações com diferentes autores, pesquisas e documentos públicos. Um exemplo significativo é o Plano de Saneamento Básico de Contagem, que foi utilizado para obter informações detalhadas sobre o funcionamento da rede de distribuição e coleta de água na cidade. Esse documento permitiu compreender quais bacias hidrográficas abastecem a região analisada durante a pesquisa e em quais bacias essa área está inserida. Além disso, ele forneceu informações sobre a organização da rede de coleta de esgoto e o destino dado a esses resíduos, um aspecto crucial para o rastreamento do percurso da água.

Este estudo foi realizado na região de Contagem, em Minas Gerais, com o objetivo de analisar o trajeto da água que abastece essa região e para onde ela vai depois de ser utilizada. A pesquisa considerou tanto as bacias hidrográficas locais quanto aquelas situadas em cidades vizinhas, que desempenham um papel essencial no abastecimento de toda a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

Início do Processo de rastreio

Durante uma das reuniões iniciais do projeto de Iniciação Científica Júnior, realizado na Faculdade de Educação da UFMG, fomos introduzidos aos conceitos de Zona Crítica e Antropoceno.

Nosso orientador apresentou a proposta de pesquisa que desejava trabalhar conosco, que consistia em rastrear elementos pertencentes à Zona Crítica e analisar as redes de conexões que esses elementos estabeleciam. Ele nos desafiou a escolher um elemento específico para investigarmos seu trajeto. Então, reconhecendo sua

importância vital enquanto recurso essencial à vida e suas múltiplas conexões com outros componentes da Zona Crítica, selecionei a água como objeto de estudo. Pelo fascínio e curiosidade em entender os processos que sustentam algo tão aparentemente simples quanto a água que chega à torneira da minha casa, como mostrado na imagem abaixo (Figura 2), comecei o processo de rastreio.

Figura 11.2: Torneira aberta na cozinha de casa.



Fonte: Valadares, 2024.

De onde essa água vem? O que é necessário para que ela esteja sempre disponível?

Nesse contexto, o apoio de familiares desempenhou um papel importante. contei com a ajuda de meu pai ao entrevistá-lo para entender o caminho que a água percorria, no momento que ela chegava à minha casa e até à minha torneira. Ele compartilhou sua experiência na construção da nossa casa, destacando desafios como vazamentos na tubulação e a necessidade de ajustes na rede de esgoto devido à angulação inadequada, que dificultava o fluxo. Esses relatos evidenciam que, para termos acesso à água em casa, foi necessário realizar diversos processos, ressaltando uma das muitas conexões que a água estabelece com elementos sociais, como a construção civil.

Outro ponto para a investigação foi a observação e registro dos elementos relacionados ao consumo de água em casa.

Figura 11.3: Caixa d'água na residência de um dos pesquisadores.



Fonte: Valadares, 2024.

Notei que a água de algumas torneiras passava por canos ligados à caixa d'água da residência (Figura 11.3), enquanto outras eram alimentadas diretamente pela rede de abastecimento. A caixa d'água desempenha um papel fundamental, armazenando e redistribuindo a água vinda da rua por meio de uma rede de encanamentos. Existem regiões onde a pressão de água pode variar ao longo do dia, de tal forma que certas torneiras ficam sem água. A caixa d'água permite regular o fluxo, permitindo que tenhamos água mesmo neste momento quando o consumo é muito alto nas outras partes da cidade.

Toda a água que chega da rua é monitorada e medida por um hidrômetro, equipamento fornecido pela Copasa, empresa responsável pelo abastecimento de água tratada e pela coleta de esgoto em Minas Gerais. O hidrômetro (Figura 11.4), por sua vez, atua como a porta de entrada da água proveniente da rede de abastecimento, sendo o ponto de separação entre a “água da rua” e a “água da casa”.

Figura 11.4: Hidrômetro na residência.



Fonte: Valadares, 2024.

Este aparelho mede o consumo de água da residência, registrando o volume utilizado sempre que uma torneira ou chuveiro, por exemplo, é acionado. Com base nos dados registrados pelo hidrômetro, a Copasa calcula o valor da fatura, que abrange os serviços de fornecimento de água tratada e coleta de esgoto.

Analisando a caixa d'água, o funcionamento do hidrômetro e as tarifas cobradas pela Copasa, foi possível traçar conexões entre o cotidiano e os processos mais amplos de distribuição e tratamento da água dentro do ponto de vida onde me encontro, dentro da Zona Crítica.

Esses primeiros passos, embora simples, revelaram o quão conectado é o sistema que garante o abastecimento, sendo os primeiros passos para compreender as redes por onde a água circula.

Seguindo a água à montante

Após analisar como a água é distribuída dentro da minha casa e rastrear essa etapa inicial do trajeto, percebi que o percurso se estendia muito além desse pequeno sistema doméstico. Assim,

avancei para o próximo passo: identificar a origem da água que abastece minha residência. Por meio do Plano de Saneamento Básico de Contagem, foi possível entender o início desse percurso.

As bacias hidrográficas, áreas drenadas por um rio e seus afluentes, englobam não apenas os recursos hídricos, mas também populações humanas e suas atividades econômicas, a vegetação, fauna, solo e relevo que constituem nesses territórios. A Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), onde está localizada a cidade de Contagem, é abastecida por um sistema complexo de bacias hidrográficas interligadas pelas redes de distribuição e estações de tratamento. Em minha residência, os principais mananciais são os de Vargem das Flores, o Sistema Rio Manso e o Sistema Serra Azul, sendo responsáveis pelo fornecimento de água potável para a região.

Figura 11.5: Adutora sobre o rio Paraopeba, na cidade de São Joaquim de Bicas.



Fonte: Pereira, 2024

A Figura 11.5 evidencia uma adutora, que passa sobre o Rio Paraopeba e traz a água do Sistema Rio Manso para a região de Belo Horizonte. A água do rio não pode ser consumida pela população do Acampamento Pátria Livre, comunidade local onde a fotografia foi registrada. O rompimento da barragem da Mina do Córrego do Feijão,

em Brumadinho, provocou uma grave contaminação das águas do Rio Paraopeba. Este crime ambiental, cometido pela mineradora Vale, despejou cerca de 12 milhões de metros cúbicos de lama tóxica, impactando toda a bacia do rio e alcançando a represa de Três Marias. O desastre afetou profundamente a fauna, a flora e a população local, resultando na perda de casas, bens materiais e, tragicamente, na morte de muitas pessoas da região (Governo de Minas Gerais, 2024). Contagem, em particular, faz parte da grande bacia hidrográfica do Rio São Francisco, com seu território abrangendo as bacias do Rio Paraopeba e do Rio das Velhas, que incluem importantes represas, como Vargem das Flores e Pampulha.

Meu bairro está localizado na bacia hidrográfica da Pampulha, mas sua água é proveniente de sistemas de captação distantes mais de 60 km de onde resido. Essa constatação me levou a questionar: por que minha região é abastecida por reservatórios tão distantes em vez da represa da Lagoa da Pampulha, que está muito mais próxima? Então, ao buscar uma resposta, descobri que a Lagoa da Pampulha, na imagem ao lado (Figura 11.6), foi construída em 1938 e tinha como propósito inicial abastecer a cidade com água, regular as enchentes na bacia do ribeirão da Pampulha e oferecer lazer à população.

Figura 11.6 Lagoa da Pampulha, com a igreja de São Francisco ao fundo.



Fonte: Valadares, 2024.

Abastecida por oito córregos da região, ela foi uma importante fonte de captação de água. Contudo, a lagoa foi excluída do sistema de abastecimento devido à deterioração da qualidade de suas águas, causada por poluição doméstica e industrial, micro-organismos que reduzem o oxigênio e a luminosidade, além de lixo, óleo e a aceleração do assoreamento com a ocupação no seu entorno e nos bairros onde nascem os córregos que a abastecem (CBH Velhas, 2024).

Enquanto isso, a bacia de Vargem das Flores, desponta como uma das principais fontes de abastecimento hídrico da região. No entanto, assim como ocorreu com a Lagoa da Pampulha, enfrenta desafios significativos decorrentes da urbanização acelerada, do desmatamento e da poluição por resíduos sólidos e esgoto. A predominância dos interesses municipais sobre os metropolitanos colocou em risco as áreas verdes remanescentes, os cursos d'água e as calhas de drenagem, devido à possibilidade de expansão urbana nessas regiões (Azevedo, Costa, 2023). Conflitos como esses vêm colocando em risco sua capacidade de atender às demandas crescentes da população.

Os problemas citados, como a contaminação do Rio Paraopeba, a poluição da Lagoa da Pampulha e a degradação de Vargem das Flores, evidenciam a relação de dependência e influência entre os elementos sociais e ambientais. As ações humanas, motivadas por interesses econômicos, afetam diretamente a qualidade e a disponibilidade da água, enquanto as mudanças no ciclo hídrico impactam o bem-estar humano. Diante desse contexto, a educação científica se torna um importante primeiro passo para transformar essa relação, promovendo uma visão integrada e crítica sobre as dinâmicas da Zona Crítica.

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa) desempenha um papel crucial na gestão e distribuição de água potável no estado, sendo responsável pela captação da água das bacias de Vargem das Flores, Rio Manso e Serra Azul, já mencionadas. Após a captação, a água é encaminhada para as Estações de Tratamento de Água (ETAs), onde passa por uma série de processos, como coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. Esses procedimentos são essenciais para a remoção de impurezas e micro-organismos, garantindo sua potabilidade e o cumprimento das normas de qualidade.

Durante minha pesquisa, tive a oportunidade de observar obras realizadas pela Copasa e suas empresas parceiras na região onde resido (Figura 11.7), o que me levou a entrevistar alguns trabalhadores durante seu horário de almoço.

Figura 11.7: Placa indicativa de obras na região da bacia da Pampulha.



Fonte: Valadares, 2024.

Em uma dessas entrevistas, conversei com João, fiscal de obras, que explicou que os trabalhos em andamento estavam vinculados ao Projeto Reviva Pampulha. Essa iniciativa busca recuperar a Lagoa da Pampulha, focando na melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgoto ao redor da lagoa. As interligações de esgoto evitam o despejo de resíduos na água, destacando a conexão entre as dimensões ambiental e social e como o saneamento pode revitalizar ecossistemas urbanos.

Durante a entrevista com João, obtive informações essenciais sobre o trajeto da água. Após passar pelo tratamento em uma ETA, a água é enviada para um grande reservatório responsável por armazená-la. João explicou que, no caso da minha região, a água provém do reservatório R10.

A partir daí, ela é distribuída para residências, prédios e estabelecimentos comerciais por meio de grandes tubulões, em sua maioria enterrados ao longo das ruas. Em alguns casos, como ilustrado na imagem ao lado (Figura 11.8) a água tratada tem que atravessar córregos por onde escoam a água pluvial. Como no caso da adutora sobre o Rio Paraopeba, estes córregos urbanos não têm água própria para o consumo humano.

Figura 11.8: Tubulão sobre o córrego Xangri-lá, um dos afluentes do córrego Sarandi.



Fonte: Valadares, 2024.

Finalmente, a água tratada chega à torneira da minha casa, encerrando uma parte do longo percurso que ela realiza até atingir seu destino final.

Seguindo a água à jusante

Compreender o caminho que a água percorre, desde sua nascente até a torneira de nossas casas, foi um passo fundamental para analisar as redes de conexões e os processos que envolvem esse elemento essencial à vida. No entanto, esse trajeto não se encerra no consumo doméstico. Assim, buscamos investigar o destino da água após o uso, explorando os processos e interações que o esgoto estabelece com os elementos da Zona Crítica até alcançar sua foz.

Esse trajeto tem início quando a água descartada nos ralos de uma residência segue para a caixa de gordura (Figura 11.9).

Figura 11.9: Caixa de gordura na residência de um dos pesquisadores.



Fonte: Valadares, 2024.

Esse dispositivo tem a função de reter resíduos gordurosos presentes no esgoto doméstico, como óleos e graxas, impedindo que esses materiais alcancem a rede de esgoto e causem entupimentos, garantindo assim o melhor funcionamento do sistema de drenagem. Após passar pela caixa de gordura, o esgoto é direcionado para as redes de esgoto da Copasa, um sistema de grandes tubulações subterrâneas responsáveis por transportá-lo até as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE).

O córrego Xangri-lá (Figura 11.10), situado a apenas dois quarteirões de minha residência, desempenha um papel crucial nas interações hídricas locais.

Figura 11.10: Figura 10: Córrego Xangri-lá.



Fonte: Valadares, 2024.

Composto por águas provenientes tanto das nascentes naturais do bairro quanto da captação de água da chuva, o córrego representa um microcosmo das complexas dinâmicas entre o ambiente urbano e as relações hídricas. Uma reportagem antiga do jornal *Estado de Minas* indicava que, em 2013, ainda havia lançamento irregular de esgoto no córrego por parte de moradores que não haviam se conectado à rede da Copasa (Paranaíba, 2013). Apesar da defasagem temporal da fonte, o registro ajuda a compreender os desafios enfrentados historicamente por esse curso d'água. O córrego Xangri-lá deságua na Lagoa da Pampulha, onde possivelmente será nosso próximo destino dentro desta pesquisa.

Durante o processo de rastreamento, partimos da hipótese de que o esgoto doméstico da região seria encaminhado para a Estação de tratamento de Águas Fluviais da Pampulha (ETAF Pampulha), por ser a estação de tratamento mais próxima da área de pesquisa e estar situada em uma região geograficamente mais baixa, o que favoreceria o fluxo natural da água em direção à jusante. Assim, inicialmente supusemos que essa estação fosse responsável pelo tratamento do esgoto da região. No entanto, ao visitarmos o local e conversarmos

com os trabalhadores, descobrimos que a ETAF não trata esgoto doméstico, mas sim as águas fluviais dos córregos Ressaca e Sarandi, principais afluentes da lagoa da Pampulha. Esse equívoco inicial evidenciou a complexidade dos sistemas de saneamento e a necessidade de um olhar mais atento para as diferentes infraestruturas envolvidas no tratamento da água e do esgoto.

Durante essa visita no local realizamos entrevistas com alguns trabalhadores e tiramos fotos de partes do processo de tratamento que era feito no local (Figura 11.11). Inicialmente, eu via os córregos da região, como o Ressaca e o Sarandi, apenas como canais de esgoto, ignorando sua dinâmica natural. Contudo, ao ter conversas com meu orientador, descobri que, esses córregos também recebem água de nascentes. Essa visão reducionista que eu possuía reflete uma característica do Antropoceno: a tendência de enxergar a água apenas pelo seu uso humano, sem considerar suas interações naturais. Compreender esses corpos d'água como sistemas vivos reforça a necessidade de repensarmos nossa relação com os recursos hídricos e os impactos de sua degradação.

Figura 11.11: Parte do processo de tratamento na ETAF Pampulha.



Fonte: Valadares, 2024.

Conversamos com dois trabalhadores terceirizados da Copasa, Vanderson e Natanael, que atuavam, em um dos processos de tratamento dos dois córregos da região, removiam uma areia escura proveniente do assoreamento, misturada com matéria orgânica e lixo (Figura 11.12). Essa areia, que pode atingir até 40 cm de altura, é considerada inaproveitável devido à sua poluição. Foi relatado que os principais poluentes dos córregos Ressaca e Sarandi são o lixo descartado de forma inadequada e o esgoto clandestino lançado por empresas e residências. Leandro, coordenador de visitação do local, explicou que a Copasa   responsável apenas pelo tratamento do esgoto, enquanto o lixo   de competência da prefeitura. Ele também destacou que, apesar da proibic o do descarte de lixo e esgoto clandestino, essas práticas ainda persistem, e a fiscaliza o   limitada.

Figura 11.12: Resíduos retirados do tratamento dos córregos Sarandi e Ressaca.



Fonte: Valadares, 2024.

Leandro enfatizou que "A Copasa trata o esgoto e não a educa o", o que nos leva a refletir sobre a importância da educa o, especialmente no contexto do Antropoceno, como uma ferramenta essencial para transformar as relações com os elementos da Zona Crítica, como os cursos d' gua.

Além disso, foi revelado que o esgoto da região não é destinado à ETAF Pampulha, como inicialmente se pensava, mas sim à ETE Onça, onde o esgoto doméstico é tratado. Ao chegarmos na estação de tratamento, conversamos com o porteiro Jefferson, que nos informou que o esgoto é bombeado através de grandes tubulões subterrâneos que percorrem as ruas levando o esgoto até a ETE (Figura 11.13).

Figura 11.13: Cano de esgoto na ETE Onça.



Fonte: Valadares, 2024.

Embora não tenhamos conseguido acessar o interior da estação para coletar mais informações, ele nos explicou que, ao chegar na estação, o esgoto passa por diversas etapas de tratamento, com o objetivo de remover os poluentes e tornar a água segura para ser devolvida ao meio ambiente. Por fim, o esgoto tratado é encaminhado de volta ao Ribeirão Onça, que deságua no Rio das Velhas, concluindo assim o percurso investigativo que seguimos.

Considerações Finais

Ao longo desse trajeto de rastreamento e pesquisa, foi possível reconhecer a importância da água em múltiplas dimensões da

sociedade. Ela, como base da vida e elemento essencial para a manutenção dos ecossistemas, a água se revela um elo fundamental na complexa rede de interações que compõem a Zona Crítica. No contexto do Antropoceno, nossa investigação evidenciou o impacto sem precedentes das ações humanas sobre os cursos d'água, reforçando a urgência de compreendermos essas relações.

A realização desse processo de rastreamento da água permitiu ao aluno orientado compreender e se situar no território em que está inserido, vivenciando o processo de “aterragem” ao reconhecer-se como parte constitutiva do território onde vive e da Zona Crítica. Esse percurso possibilitou a identificação das dinâmicas locais, sociais e ambientais, bem como a forma como essas interações afetam e são afetadas pelas ações humanas. Além disso, esta pesquisa permitiu ao aluno orientado transcender a dicotomia entre sociedade e natureza, uma construção da modernidade. Ao constatar que a água utilizada em seu cotidiano provém de outra bacia hidrográfica, e não daquela em que reside, o aluno compreendeu que o “mundo do qual” ele vive se integra ao “mundo no qual” ele existe, revelando a profunda dependência entre ambos. Essa experiência ampliou suas relações e aprofundou sua compreensão sobre os elementos essenciais para a sua sobrevivência.

Dessa forma, o analisar o trajeto da água, desde a captação nos mananciais até o tratamento e distribuição para a população, passando pelo uso doméstico, e finalmente, pelo descarte e tratamento do esgoto a pesquisa identificou a complexidade das interações e a inseparabilidade de elementos sociais e ambientais, evidenciando a profundidade das relações que constituem esta Zona Crítica. O processo de investigação permitiu identificar os impactos diretos dessas conexões, mas também e, principalmente, se situar nesse mundo. Observou-se como as atividades humanas, impulsionadas por diferentes interesses e necessidades, afetam a qualidade e a disponibilidade da água, ao mesmo tempo em que as mudanças no ciclo hidrológico impactam o bem-estar humano, a economia e a saúde dos ecossistemas.

Nessa perspectiva, o estudo da água é fundamental para entender os desafios do Antropoceno, como a gestão inadequada dos recursos hídricos, a poluição, a escassez e as mudanças climáticas. Ao compreendermos como a água se conecta com diferentes elementos

da Zona Crítica, podemos desenvolver soluções mais eficazes e sustentáveis para enfrentar esses desafios.

Como consequência dessas reflexões, a pesquisa contribui para a discussão sobre a necessidade de uma educação científica adaptada aos desafios do Antropoceno, uma educação que vá além da mera transmissão de informações e que promova a formação de cidadãos críticos, engajados e capazes de agir em prol de um futuro mais justo e sustentável. Nesse sentido, a pesquisa destaca a importância de abordagens transdisciplinares para promover uma aprendizagem mais significativa e engajada. Ao investigarmos os problemas que afetam nossas comunidades, podemos desenvolver um senso de pertencimento e responsabilidade em relação ao meio ambiente, e nos tornarmos agentes de transformação social.

Em suma, a presente pesquisa reafirma a importância da água como um elemento central para a compreensão das complexas relações entre seres vivos e não vivos na Zona Crítica, especialmente no contexto desafiador do Antropoceno. Ao promover uma educação científica que conecte os alunos com a realidade local e os capacite a se tornarem agentes de transformação, podemos construir um futuro mais justo, sustentável e harmônico. Que este estudo sirva de inspiração para futuras investigações e para a construção de práticas pedagógicas inovadoras que promovam a conscientização e o engajamento em prol da preservação dos recursos hídricos e da sustentabilidade do nosso planeta.

Agradecimentos

Daniel Moura Valadares é grato à FAPEMIG pela Bolsa de Iniciação Científica Jr. Bruno Francisco Melo Pereira é grato ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Minas Gerais - campus Betim, pelo apoio à capacitação que permitiu a dedicação integral ao doutoramento e à Pró-reitoria de Graduação pela Bolsa do Programa de Monitoria da Graduação, que o permitiu acompanhar as estudantes das Ciências da Vida e da Natureza do LECampo no Tempo Comunidade. Francisco Ângelo Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade e pelo apoio financeiro.

Referências

- AZEVEDO, Úrsula Ruchkys de; COSTA, Daniel Matias. Expansão urbana e conservação ambiental: geotecnologias como subsídio às políticas de ordenamento territorial em Vargem das Flores-Contagem/MG. **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía**, v. 32, n. 1, p. 206–225, 2023.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. Poluição ainda desafia Lagoa da Pampulha. **CBH Velhas**, 2024. Disponível em: <https://cbhvelhas.org.br/noticias-internas/poluicao-ainda-desafia-lagoa-da-pampulha/>. Acesso em: dez. 2024.
- COOK, Kristin; BROWN, Alan; BALLARD, Genny. Using Photovoice to Explore Environmental Sustainability Across Languages and Cultures. **Discourse and Communication for Sustainable Education**, v. 7, n. 1, p. 49–67, 2016.
- COUTINHO, Francisco Ângelo; FIGUEIREDO, Kristianne Lina; SILVA, Fabio Augusto Rodrigues e. Proposta de uma configuração para o ensino de Ciências comprometido com a ação política democrática. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2935>. Acesso em: 3 nov. 2022.
- FERNANDES, Carla Silvia; CARVALHO, Jacira Nunes; FEITOSA, Elisa da Silva et al. Photovoice como método de pesquisa para educação em saúde: uma revisão integrativa. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 21, 2019. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/fen/article/view/51434>. Acesso em: 2 ago. 2022.
- FREITAS, Ana Paula; COUTINHO, Francisco Ângelo. O método Fotovoz e abordagem de saberes populares na Educação em Ciências em escolas do campo: rastreando modos de existência campestinos. In: COUTINHO, Francisco Ângelo; SILVA, Fábio Augusto Rodrigues e; FRANCO, Luiz Gustavo; VIANA, Gabriel

Menezes (Org.). **Tendências de pesquisas para a Educação em Ciências**. 2022. Disponível em: <https://zenodo.org/record/7246716>. Acesso em: 14 maio 2024.

GOVERNO DE MINAS GERAIS. Histórico do rompimento das barragens da Vale na Mina Córrego do Feijão. 2024. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/pro-brumadinho/pagina/historico-do-rompimento-das-barragens-da-vale-na-mina-corrego-do-feijao>. Acesso em: dez. 2024.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Com mais de 33 milhões de brasileiros sem acesso à água, o desmatamento da Mata Atlântica fomenta a escassez hídrica. 27 maio 2023. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/com-mais-de-33-milhoes-de-brasileiros-sem-acesso-a-agua-o-desmatamento-da-mata-atlantica-fomenta-a-escassez-hidrica/>. Acesso em: dez. 2024.

McKAY, C. P. How to search for life on other worlds. In: SULIVAN III, W. T.; BAROSS, J. A. (Org.). **Planets and life: the emerging science of astrobiology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

PEREIRA, Bruno Francisco Melo; COUTINHO, Francisco Ângelo; VIANA, Gabriel. A VIDA como agente no Ensino de Ciências: Ajudando a aterrar os estudantes com a Astrobiologia. **Anais do VI Encontro Regional de Ensino de Biologia**, UFTM, Uberaba, 2023.

PARANAÍBA, Guilherme. despejo de esgoto e lixo dificulta despoluição da Lagoa da Pampulha. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, 22 nov. 2013. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2013/11/22/inter_na_gerais.472523/despejo-de-esgoto-e-lixo-dificulta-despoluicao-da-lagoa-da-pampulha.shtml. Acesso em: 10 abr. 2025.

SOLIMAN, Alix. ‘Unacceptable’: a staggering 4.4 billion people lack safe drinking water, study finds. **Nature**, v. 632, n. 8027, p. 964–965, 2024.

**Yasmim Cristinne Diniz de Oliveira
Luiz Gustavo da Silva Fernandes
Raí Leonardo de Jesus Santos
Francisco Ângelo Coutinho**

COLHER NO ANTROPOCENO: CONTRIBUINDO PARA A EDUCAÇÃO NA ZONA CRÍTICA



Introdução

O conceito de Antropoceno, amplamente discutido nas últimas décadas, refere-se à era geológica em que as atividades humanas passaram a impactar de forma profunda e irreversível os sistemas naturais do planeta. Este período destaca desafios urgentes relacionados à sustentabilidade, ao uso consciente dos recursos naturais e às consequências das ações humanas sobre os ecossistemas globais. Trata-se de um momento em que as decisões e intervenções humanas se tornaram forças geológicas, moldando paisagens, alterando ciclos naturais e criando novas dinâmicas ambientais. Nesse contexto, surge o estudo da Zona Crítica (Latour e Weibel, 2020), área onde as interações intensas entre os sistemas sociais, biológicos e geológicos revelam tensões significativas, como o uso inadequado do solo, o esgotamento dos recursos naturais e a marginalização social. Essas áreas oferecem um ponto de partida essencial para compreender os impactos locais de questões globais, conectando a escala planetária com as práticas cotidianas.

Este trabalho insere-se diretamente nesse contexto ao investigar como as interações humanas em uma horta comunitária, localizada em uma creche, no município de Contagem, refletem os desafios do Antropoceno e as características da Zona Crítica. A horta, apesar de pequena, funciona como um microcosmo onde práticas educacionais e ambientais se entrelaçam. Isto nos permite observar tanto as dificuldades quanto os avanços em direção a um modelo de sustentabilidade e integração comunitária.

No cenário inicial da pesquisa, foi constatado que a horta apresentava sinais de abandono, com o solo desgastado e pouco preparado para o cultivo. Além disso, notou-se uma frágil relação entre o espaço e as crianças, que inicialmente viam a horta como um local de recreação, muitas vezes danificando as plantas pela falta de orientação adequada. Esses desafios ilustram as tensões do Antropoceno em escala local, onde a desconexão entre sociedade e natureza se manifesta em práticas cotidianas.

A intenção desta pesquisa é a compreensão de como as práticas realizadas na horta comunitária podem ir além de melhorias do espaço físico, promovendo mudanças comportamentais, alimentares

e ambientais, juntamente com o fortalecimento dos laços entre os atores envolvidos (Coutinho, 2017). Mais do que um simples espaço de cultivo, a horta é analisada como um ambiente dinâmico, onde crianças, professores e a comunidade escolar podem vivenciar experiências que integram aprendizado ambiental, social e alimentar. Assim, o objetivo deste estudo é mapear os impactos educacionais e ecológicos que a horta pode proporcionar. Dessa forma, é possível avaliar como esse espaço se configura, não apenas como uma resposta, mas também como uma estratégia de mitigação frente às tensões do Antropoceno. A horta é vista como um espaço transformador, onde é possível reverter a desconexão com o meio ambiente e promover práticas mais sustentáveis e conscientes promovendo uma tentativa de viver e resistir ao fim do mundo como traz Danowski (2014).

Metodologia

A pesquisa foi realizada em uma horta comunitária de uma creche pública localizada no município de Contagem, em Minas Gerais. A escolha do local se deu pela relevância social da instituição e pela potencialidade da horta como ambiente de aprendizagem. Durante o desenvolvimento da pesquisa, buscou-se compreender não apenas as condições físicas da horta, mas também como ela se relacionava com a dinâmica escolar, o cotidiano das crianças e o trabalho da equipe pedagógica.

A primeira etapa da pesquisa envolveu uma visita exploratória à horta, com o intuito de realizar observações detalhadas do espaço. Nessa fase, foram registrados em um caderno de campo, elementos como o estado do solo, a disposição das plantações, o nível de conservação da área e a participação das crianças nas atividades relacionadas à horta.

Na etapa seguinte, uma segunda visita foi realizada com o foco voltado à equipe pedagógica da instituição. Foram promovidas reuniões e conversas informais com as professoras e demais funcionárias envolvidas no cuidado da horta, com o objetivo de compreender suas percepções sobre o uso daquele espaço. Além disso, para guiar esta visita foi realizado um formulário para entender como a horta estava inserida no contexto escolar e quais eram as

percepções das funcionárias. Para isso, foram pedidas informações sobre a utilização da horta no meio escolar, quais fatores dificultavam a sua utilização, se havia participação das crianças, quais plantas estavam presentes e quais eram os destinos delas. Esse momento de escuta e construção coletiva foi fundamental para alinhar as ações do projeto às necessidades e possibilidades reais da instituição. Com base nas informações coletadas durante as visitas e nos dados fornecidos pelo formulário preenchido pela funcionária, foi elaborado um plano de ação. Esse plano priorizou atividades práticas de revitalização, como adubação do solo, reorganização dos canteiros e plantio de novas espécies, selecionadas tanto pelo valor nutricional quanto pelo potencial educativo. Para executar essas tarefas, foi contratado um jardineiro, que trabalhava em conjunto com a equipe da creche. As crianças foram inseridas ativamente no processo, participando do preparo do solo, do plantio e dos primeiros cuidados com as mudas.

A metodologia envolveu o acompanhamento contínuo das ações, com visitas periódicas para observar a evolução da horta, assim como reuniões com as professoras com o intuito de reavaliar as estratégias adotadas durante a pesquisa, que eram anotadas em um caderno de campo. As crianças, orientadas pelas educadoras, passaram a registrar em um diário coletivo suas observações, percepções e aprendizados relacionados ao espaço, o que proporcionou a possibilidade de um acompanhamento mais reflexivo e sensível da experiência. Por fim, após o crescimento das plantas, a colheita foi realizada com a participação das crianças e entregue para a funcionária responsável pela alimentação.

Resultados e Discussão

Os dados obtidos ao longo da pesquisa revelaram que a horta da creche, antes subutilizada, como pode se ver na Figura 12.1 com um espaço com crescimento de plantas sem muita organização, passou a ocupar um papel central no cotidiano escolar após as intervenções. A revitalização do espaço físico, aliada ao envolvimento da equipe pedagógica e das crianças, demonstrou o potencial transformador de práticas simples, porém bem estruturadas.

Figura 12.1: Horta Escolar.



Fonte: Oliveira, 2024.

O ambiente antes marcado por abandono deu lugar a um espaço vivo, integrado à rotina da creche, onde as crianças puderam desenvolver habilidades, adquirir conhecimentos e fortalecer vínculos com o meio natural. A participação ativa das crianças (Figura 12.2) em todas as etapas — desde o preparo do solo até a colheita — mostrou que experiências práticas e concretas promovem um aprendizado mais significativo.

Figura 12.2: Mudas da horta.



Fonte: Oliveira, 2024.

Tal realidade pôde ser percebida pelas professoras pelo maior entendimento de que as plantas são seres vivos, pois puderam acompanhar o crescimento das mudas (figura 12.3) até as plantas adultas.

Figura 12.3: Mudanças da horta.



Fonte: Oliveira, 2024.

Somando a isso, a pesquisadora participou de uma feira cultural na escola, onde percebeu que o meio ambiente foi um dos temas abordados e que houve uma intensa participação das crianças que chegaram a dar mudinhas para a comunidade que foi visitar a escola durante o evento. Os relatos das professoras reforçam esse impacto, destacando mudanças no comportamento alimentar das crianças e maior interesse pelos temas ambientais. Pois relataram uma maior empatia das crianças ao entenderem as plantas como seres vivos e desenvolvendo certo afeto através das atividades realizadas na hora, isso se expandiu para a ideia de meio ambiente.

O contato direto com o ciclo do cultivo ajudou a despertar o senso de responsabilidade, cuidado e pertencimento. Isso pode ser notado, já que antes da intervenção as crianças não tinham muito cuidado com as plantas, as pisoteavam e quebravam seus galhos e folhas. Porém, posteriormente foi percebido um cuidado dela com as plantas ao se notar uma maior atenção a onde pisar e uma maior delicadeza ao manipular os vegetais.

Figura 12.4: Colheita da produção da horta.



Fonte: Oliveira, 2024.

Juntamente a isso tudo, notou-se uma maior compreensão sobre a importância da alimentação saudável por parte das crianças. De acordo com as funcionárias, muitas vezes algumas crianças demonstraram resistência ao se alimentar de legumes e verduras, muitas vezes deixando-os no prato sem sequer tocá-los. No segundo momento foi percebido um interesse muito mais ativo nestes alimentos comendo e até desenvolvendo um sentimento de orgulho por estar comendo algo que eles cultivaram como visto na Figura 12.4, na página anterior.

Além dos benefícios individuais, a horta tornou-se um espaço de fortalecimento dos laços comunitários e escolares. A colaboração entre educadores, funcionários e alunos contribuiu para a criação de um ambiente mais participativo e afetivo. Outro aspecto relevante observado ao longo da pesquisa foi a ressignificação do espaço escolar pelos próprios sujeitos envolvidos. Pois, um espaço que antes se encontrava subutilizado, sem participação da comunidade escolar, passou a ser um local de interação e troca de conhecimentos e de afetos entre estudantes, professores e funcionários.

A horta, portanto, se mostrou não apenas um espaço de cultivo de alimentos, mas também de cultivo de relações, saberes e práticas transformadoras, cuja continuidade depende da valorização e do engajamento contínuo de toda a comunidade educativa.

Conclusão

A pesquisa reafirma a importância das hortas comunitárias como instrumentos educativos e ecológicos, especialmente em contextos marcados por desequilíbrios ambientais, como diversas das regiões que constituem a Zona Crítica. No cenário do Antropoceno, em que os impactos humanos sobre a natureza se intensificam, a horta estudada demonstrou que ações locais podem gerar efeitos positivos ao promover práticas sustentáveis e engajamento comunitário.

A participação ativa das crianças em todas as etapas do cultivo mostrou-se essencial para o fortalecimento de valores ecológicos e hábitos alimentares mais saudáveis. A vivência prática permitiu que elas compreendessem o ciclo dos alimentos, despertando um senso de responsabilidade ambiental e de pertencimento ao espaço natural. A horta, assim, ultrapassou sua função agrícola e se consolidou como um espaço de aprendizagem e transformação social.

Por fim, os resultados evidenciam que a horta comunitária é um exemplo concreto da aplicação do conceito de Zona Crítica em escala local. A revitalização do espaço gerou impactos positivos tanto no ambiente físico quanto nas relações pedagógicas, aproximando a comunidade escolar de discussões globais sobre sustentabilidade. Dessa forma, a experiência contribui para refletirmos sobre como pequenas iniciativas podem atuar como respostas significativas aos desafios do nosso tempo.

Este capítulo é dedicado às crianças, cujas pequenas mãos plantaram não apenas sementes no solo, mas também ideias e valores que, no futuro, poderão contribuir para um planeta mais equilibrado e sustentável. O trabalho reafirma que, mesmo em tempos de intensas mudanças globais, ações locais podem gerar impactos transformadores e promover um entendimento mais profundo sobre a relação entre sociedade e natureza.

Agradecimentos

Yasmim Cristinne Diniz de Oliveira é grata à FAPEMIG pela bolsa de Iniciação Científica Júnior, à UFMG e aos orientadores Francisco Ângelo Coutinho e Luis Gustavo da Silva Fernandes pelo suporte ao projeto, bem como à Creche Comunitária onde realizamos a pesquisa, e a comunidade escolar por sua colaboração. Raí Leonardo dos Santos é grato ao CNPq pela Bolsa de Mestrado. Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade e pelo apoio financeiro.

Referências

- COUTINHO, F. A.; GOULART, M. I. M.; PEREIRA, A. F. Aprendendo a ser afetado: contribuições para a educação em ciências na educação infantil. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n.33, e155748, 2017.
- LATOUR, B.; WEIBEL, P. **Critical Zones**: The science and politics of landing Earth. ZKM | Center for Art and Media Karlsruhe, Germany, The MIT Press Cambridge, MA / London, England, 2020.
- DANOWSKI, Déborah; DE CASTRO, Eduardo Viveiros. **Há mundo por vir? Ensaio sobre os medos e os fins**. Desterro [Florianópolis]: Cultura e Barbárie: Instituto Socioambiental, 2014.

**Davi Augusto Ribeiro Xavier
Raí Leonardo dos Santos
Francisco Ângelo Coutinho**

SIMBIOSE SOCIEDADE-NATUREZA: SEGUINDO O LEITE NA ZONA CRÍTICA



Introdução

Em 1879, o termo simbiose foi criado pelo biólogo alemão Heinrich Anton de Bary para nomear associações entre indivíduos de espécies diferentes com consequências vantajosas ou não para, pelo menos, uma das partes (Amabis & Martho, 2016). No entanto, com o passar dos anos o termo foi ressignificado várias vezes, ora como sinônimo de mutualismo, ora como uma associação de indivíduos de espécies diferentes, em que um vive sobre ou dentro do outro. Para este trabalho de pesquisa, a simbiose será compreendida como uma relação mutualística entre a sociedade e a natureza. Para analisar as consequências dessa interação, nos propomos a utilizar do método de rastreamento, no caso, de um elemento presente no âmbito social (mundo no qual este vive) que também está presente no âmbito natural (mundo do qual vivemos). Desta forma, os principais objetivos desta pesquisa são demonstrar as dependências do ser humano em relação a natureza e compreender as relações que nós estabelecemos com os seres não humanos seguindo os rastros do leite.

Para apresentarmos o rastreamento do leite, é preciso nos situarmos no tempo e no lugar em que esta pesquisa se encontra, o tempo sendo o momento do antropoceno e o lugar é a fina camada onde se desenvolve a vida terrestre, a Zona Crítica, dois conceitos já apresentados anteriormente na introdução deste livro. Portanto, este arcabouço teórico funciona como ponto de referência para aterramos indivíduos e os pesquisadores no mundo do qual vivem a partir do rastreamento.

Logo, com o intuito de demonstrar como o aterramento, pautado na conexão de elementos vistos no cotidiano dos pesquisadores com elementos comumente associados ao meio natural, este trabalho de pesquisa visou focar no rastreamento de diversos elementos que corroboram a existência do leite. O rastreamento foi utilizado de forma a pensar como ao adotarmos a agência dos não humanos, no caso do leite, e as suas incorporações nos estudos sociais poderíamos contribuir para revelar cada vez mais acerca das associações políticas e morais de cada indivíduo (Sayes, 2014).

Metodologia

Os métodos usados para efetuar esta pesquisa foram o rastreamento e as entrevistas, sendo o rastreamento realizado a partir do registro das conexões que cada ser, humano ou não humano, estabelece no espaço em que estão, no caso, no único espaço que temos certeza da vida no universo, a zona crítica. Desta forma, o leite não foi analisado somente como um produto mercadológico, mas também através de todos os inúmeros agentes necessários para a existência deste item.

Como forma metodológica lançamos mão do rastreamento das relações que um elemento cria com outros, ao compor os espaços (como o visto na figura 1) tem como intuito principal ecologizar. O espaço, neste caso, é “filho do tempo” (Latour, 2020, p. 103), uma vez que é uma construção feita por viventes e não-viventes ao longo das eras. Não é um teatro, um palco, mas coletivos de agentes que se estruturam de acordo com as relações que constroem.

Referindo-me com o termo “ecologizar” à restauração de um vínculo outrora perdido entre natureza e cultura provocado pela separação moderna da essência humana do ambiente natural onde vive. Fazemos aqui um esforço para restaurar a conexão entre o mundo no qual vivemos e o mundo do qual não conseguimos viver sem (Latour, 2012).

Este trabalho de pesquisa, foi executado tendo como localidade a Fazenda Bom Jesus destacada pelo círculo vermelho na figura 1, situada em Contagem na divisa fronteira daquilo que em outro momento foi o meio rural com o meio urbano. Meio urbano este que vem tomando conta dos lotes vagos e comprando pequenas propriedades rurais, portanto modificando a paisagem e transformando o meio como a população local estabelece conexões com a fazenda em questão.

Figura 13.1 Localização da Fazenda.



Fonte: Edição construída a partir do Google Maps.

O rastreamento foi utilizado com o intuito de nós, pesquisadores, testarmos um bom método pedagógico para desenvolver uma educação que privilegia as coisas naturais em suas relações com o sujeito.

Inicialmente, o item “leite” foi escolhido tendo em vista uma intuição do aluno de iniciação científica sobre a capilaridade de relações que ele possui. Observando as especificidades do consumo de alimentos derivados do leite em sua própria residência, percebeu que diversos produtos eram produzidos localmente, na fazenda em questão. O leite *in natura* produzido na fazenda foi usado no método de rastreamento como “ponto de largada” para a conexão do pesquisador com o ambiente em que está aterrado, por meio da pergunta: “De onde este produto vem?”.

Com o intuito de responder esta pergunta, foi realizada uma visita ao local e uma entrevista com a proprietária da fazenda. Esta entrevista foi gravada (somente por áudio) e transcrita. As perguntas feitas foram cruciais para esclarecer as percepções que Fabiana Camargo, a entrevistada e proprietária, tem do local que ocupa. Dentre as perguntas pertinentes realizadas estão:

- O que se faz neste lugar? Em seu ponto de vista, onde estamos?

- No seu ponto de vista, o que a fazenda depende para manter o cultivo em questão?
- Qual destino você acha que o produto leva na sociedade? Qual o destino do leite?
- Algo é usado para acelerar a produção? Quais são?

Resultados e Discussões

Assim como retratado na introdução, este trabalho de pesquisa tem como foco dois objetivos que são examinar as dependências do ser humano em relação à natureza e compreender as interações que nós estabelecemos com os seres humanos e não humanos, tendo como foco o leite. Tudo isso, com a expectativa de minimizar os efeitos do afastamento do homem frente à natureza ao fazê-lo compreender a agência dos não-humanos e as suas relações de dependência simbiótica conosco a partir deste trabalho.

Tendo em vista os objetivos desta pesquisa, é possível dizer que o rastreamento é um método confiável e eficaz para aterrar o indivíduo no meio em que vive, logo interligando o ser actante ao ambiente tornando-o consciente da rede de ações (Latour, 2012). Ademais, o rastreamento também se demonstrou um meio crucial para demonstrar as relações simbióticas de dependência que os humanos estabelecem com os seres não-humanos, assim como representado na resposta de Fabiana ao questionamento sobre aquilo que a produção do leite depende:

“A fazenda Bom Jesus tem como principal fonte de renda o leite e seus derivados provindo de origem bovina, logo possuindo animais de grande porte, os quais consomem tanto alimentos quanto água em maior quantidade. Esta água consumida na fazenda provém de uma das nascentes que deságuam na bacia da lagoa da Pampulha, um dos corpos hídricos mais importantes na região metropolitana de Belo Horizonte. Inclui-se com esta nascente sendo parte de um circuito de educação ambiental da bacia da Pampulha”.

O consumo do leite produzido e o manufaturamento em outros produtos, como o iogurte, a manteiga e o queijo ilustram estas transformações nas relações entre o humano e o natural,

representado na figura 2. Está relação se mostra muito relevante, ao se questionar o que seria produzido naquela fazenda, como pode ser visto na resposta:

“A gente faz várias coisas. Nossa principal atividade é a produção de leite, queijo, doces, iogurtes e derivados do leite. Às vezes a gente faz também doces como arroz doce, mingau de milho verde, e a gente comercializa esses produtos. [...] Tudo que é produzido aqui é sem agrotóxicos, sem fertilizantes, sem produtos químicos. Tanto é que os nossos produtos têm uma durabilidade menor, porque a gente não coloca nenhum conservante.”

Aquilo que é considerado pela proprietária como parte dos insumos necessários à produção, apresenta uma intensa relação entre humanos e não humanos. Pois apresenta tanto elementos com origem na própria fazenda ou vem de fora da propriedade, como é o caso da ração utilizada para alimentar o gado e aumentar a produtividade.

“[...] A gente tem plantação de milho, porque a gente faz silo pras vacas. Silo é um produto derivado do milho, que as vacas alimentam. [...] Eu acho que primeiro depende de uma conscientização da importância do ambiente rural, porque aqui é uma roça dentro da cidade. [...] Então aqui depende principalmente dessa conscientização. É lógico que a gente precisa dos funcionários pra gente conseguir manter. A gente precisa de — vou te falar que — recursos também, porque aqui dá muita despesa. Vou te falar que não é fácil tratar dos animais, os animais dão muita despesa.”

A resposta apresentada na página anterior, juntamente com a figura 2, destacam a importância do aterramento para as pessoas, que muitas vezes acreditam estar muito distante do meio ambiente por viver em espaços urbanos. Vemos ao fundo construções na rua vizinha àquela ocupada pela fazenda, onde os moradores ao abrirem a janela se deparam com o ambiente rural. Juntamente a entrevistada relata de forma contundente dessa importância da natureza e do espaço rural.

“Então, no entorno, você pode verificar que tem vários prédios, têm sítios, têm um agrupamento urbano muito grande, uma população muito grande. Então, se a gente não tiver uma consciência ambiental,

que isso aqui é muito importante pra preservação das nossas origens, das nossas raízes, das tradições rurais, isso aqui vai acabar.”

Figura 13.2: Foto do interior da fazenda com a área urbana no entorno.

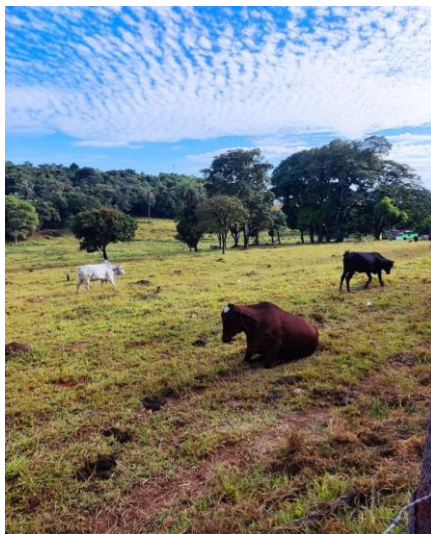


Fonte: Davi Augusto Ribeiro Xavier.

Ao se analisar descobrimos uma influência muito forte da vida social pelo meio ambiente. Por fim, comprovando que o social é pensado a partir de transformações, translações, fluxos de associações entre sujeitos e objetos que o delineiam (Marques e Freitas, 2017).

A entrevista realizada revela a importância da comunicação no processo de aterramento do indivíduo ao explicitar em outro ponto de vista acerca do espaço que este ocupa, como nas percepções da entrevistada, Fabiana Camargo. Em suas respostas, Fabiana elabora o funcionamento e como ocorre a organização do que ali é produzido, trazendo como relevantes os cuidados com os animais, com o ambiente ao redor da fazenda e das tradições de família que o espaço proporcionou e ainda proporciona.

Figura 13.3: Foto do interior da fazenda indicando a relação entre os viventes.



Fonte: Davi Augusto Ribeiro Xavier.

A preservação da nascente que fornece água para a criação, que é motivo de orgulho para a proprietária, permanece como um marcador de que é possível o estabelecimento de uma relação positiva entre a forma como nós humanos produzimos nossa sobrevivência e a sobrevivência das demais espécies.

Ela também relata que o principal fator que corrobora pela permanência da fazenda no local, é a valorização que a população local atribui a ela. Levando em consideração que a população da região usufrui de atividades de lazer e educação ambiental, que é promovido naquele espaço, através de passeios, cafés da manhã e interação com os animais e o ambiente ao redor, como mostra a figura 4. Sendo estas consideradas formas de preservação da natureza e das raízes culturais e históricas do campo.

“[...] Durante a semana, nós fazemos excursões escolares de uma forma bem pedagógica, pra que as crianças entendam a importância da interação com os animais, o que os animais alimentam, quais os tipos de produtos que a gente planta aqui. Então a gente tem vários tipos de excursões voltadas tanto pra interação e contato mesmo com

os animais, como pra eles poderem alimentar e saber melhor sobre a vivência dos animais e do ambiente rural, da importância da preservação e essas coisas. [...] Inclusive a gente faz com as crianças a ordenha das vacas, que é muito interessante. A gente faz passeio de pônei, elas alimentam os animais. [...] E a gente faz também um passeio de trator, que a gente fez uma estrada no meio da mata. Lá pra cima tem uma mata grandona, e aí a gente fala da importância da preservação ambiental. A gente mostra os vários tipos de vegetação que tem lá pra cima. Então a gente tenta — às vezes eles plantam alguma árvore — é bem interessante que a gente fala também do cuidado com a fauna e com a flora.

A gente tenta preservar isso.”

Figura 13.4: Carro de boi em que os visitantes podem passear pela fazenda.



Fonte: Davi Augusto Ribeiro Xavier.

Ator perceptível através das recentes compras imobiliárias ao redor do local que revelam um avanço da urbanização, em um terreno outrora predominantemente rural, o espaço se apresenta como um local de resistência frente às mudanças típicas do antropoceno.

Ademais, também é crucial relatar a relevância de outra percepção, notada nas falas de Fabiana, a qual destaca a importância do local como ponto de reintegração do ser humano a natureza, ou

seja, meio de minimizar o afastamento entre o humano frente ao meio em que vive pela demonstração das suas relações de dependência mútua. Ademais apresenta uma relação cultural importante, ao se pontuar as questões de tradição familiar, que advém daquele local e as novas funções que ela trouxe para a fazenda.

“Então, esse lugar existe, igual eu te falei. Que eu sei, o terreno era do meu avô, depois passou pro meu pai, depois passou pra mim.

Mas o café da manhã e as excursões, o meu pai não mexia com isso. É uma iniciativa minha. [...] Leite, queijo, esterco sempre foi o forte do local. Mas as excursões e o café da manhã, somente há uns 3 anos atrás.”

Entendemos ser possível, pelos dados construídos nesta sessão, estabelecer uma relação simbiótica em que tanto os seres humanos (cultura), quanto os demais viventes e não-viventes (natureza) ao redor da fazenda se beneficiam das relações que são construídas naquele espaço.

Conclusões

Por fim, é importante citarmos que por meio do trabalho realizado nesta pesquisa, ao aterrar os pesquisadores foi comprovado que a metodologia de rastreamento utilizada é eficaz para uso pedagógico. Pois, com ela foi possível ver conexões e construções de realidades muito importantes e relevantes e únicas naquele espaço, através da interação das pessoas com o ambiente que as circundam. Dessa forma, através da análise do leite todo um mundo diferentes agentes e conexões foi revelado, mostrando toda uma complexidade que transcendia o leite e chegou a assuntos muito importantes como educação ambiental, conexão com a natureza e respeito pelos saberes tradicionais. Sendo assim, crucial no processo de aterramento e descobrimento do meio pelo ser que está agindo, processo caro ao desenvolvimento de uma educação em humanidades científicas.

Tudo isso, ajuda na sinalização de como espaços de resistências frente às mudanças do antropoceno são possíveis e importantes. Além disso, mostrou um local de inspiração para se pensar um futuro viável

para todos os viventes, não somente os humanos. E que respeite e preserve a zona crítica da qual vivemos.

Agradecimentos

Davi Augusto Ribeiro Xavier é grato à FAPEMIG pela bolsa de Iniciação Científica Júnior. Raí Leonardo dos Santos é grato pela Bolsa de Mestrado do CNPq. Coutinho é grato ao CNPq pela bolsa de produtividade e pelo apoio financeiro.

Referencial

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia Moderna**. São Paulo: Moderna, 2016.

MARQUES, J. B. V.; FREITAS, D. DE. Fatores de caracterização da educação não formal: uma revisão da literatura. **Educação e Pesquisa**, v. 43, n. 4, p. 1087–1110, out. 2017.

LATOUR, B. **Reagregando o social**. Bauru, SP: EDUSC/ Salvador, BA: EDUFBA. 2012.

LATOUR, Bruno. **Diante de Gaia: Oito Conferências sobre a natureza no antropoceno**. São Paulo: Ubu, 2020.

SAYES, E. Actor Network Theory and methodology: Just what does it mean to say that nonhumans have agency? **Social Studies of Science**, Kingston, v. 44, n.1, p. 134-149, 2024.

The background is white with three large, rounded, abstract shapes: a green one in the top-left corner, an orange one in the bottom-left corner, and a pink one on the right side.

SOBRE OS AUTORES

Bruna Karla Marinho de Souza

Estudante do 3º ano do Ensino Médio na Fundação de Ensino de Contagem (FUNEC) – unidade Xangri-lá. É bolsista do Programa de Iniciação Científica Júnior da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), com gestão pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (FaE/UFMG). Desenvolve pesquisas relacionadas ao meio ambiente e à Zona Crítica, com foco em resíduos sólidos urbanos no município de Contagem, tendo participado do XIV Seminário de Iniciação Científica Júnior da UFMG e da II FECITEX – Feira Científica, Tecnológica e de Extensão da FUNEC.



brunakmdsgmail.com

Bruno Francisco Melo Pereira

Licenciado em Física pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), mestre em Educação e Docência pelo Promestre e doutorando do Programa de Pós-graduação em Educação – Conhecimento e Inclusão Social, da Faculdade de Educação da UFMG. É docente da Educação Básica, Técnica e Tecnológica no Instituto Federal de Minas Gerais – campus Betim, onde atua no ensino de Física e como extensionista no Projeto Astrocultura. Realiza pesquisas junto ao grupo Cogitamus, com interesse no estudo das relações entre viventes e não-viventes na Zona Crítica, astronomia cultural e formação de professores.



bruno.pereira@ifmg.edu.br

Daniel Moura Valadares

Estudante do 3º ano do Ensino Médio na Fundação de Ensino de Contagem (FUNEC) – unidade Xangri-lá. É bolsista do Programa de Iniciação Científica Júnior da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), com gestão pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (FaE/UFMG). Atua em pesquisas voltadas à interface entre Educação em Ciências e os estudos da Zona Crítica, com trabalhos apresentados no XIV Seminário de Iniciação Científica Júnior da UFMG e na II FECITEX – Feira Científica, Tecnológica e de Extensão da FUNEC.



danielmoura.v@yahoo.com

Davi Augusto Ribeiro Xavier

Estudante do 3º ano do Ensino Médio na Fundação de Ensino de Contagem (FUNEC) – unidade Xangri-lá. Bolsista do Programa de Iniciação Científica Júnior da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), com coordenação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (FaE/UFMG). Participa de investigações voltadas à interface entre o ensino de Ciências e os estudos da Zona Crítica, com produções apresentadas no XIV Seminário de Iniciação Científica Júnior da UFMG e na II FECITEX – Feira de Ciências, Tecnologia e Extensão da FUNEC.



icjrdavixavier@gmail.com

Francisco Ângelo Coutinho

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), mestre em Filosofia e doutor em Educação pela mesma universidade. É Professor Associado da Faculdade de Educação da UFMG, onde atua na graduação e na pós-graduação. É líder do grupo Cogitamus - Educação e Humanidades Científicas e bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.



couthogambiarra@gmail.com

Gabriel Menezes Viana

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG). Doutor e mestre em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor Associado da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) onde atua na graduação e no mestrado em educação (PPEDU-UFSJ). É vice-líder do grupo Cogitamus - Educação e Humanidades Científicas.



gabrielviana@ufs.br

Geane Carvalho Alzamora

Doutora em Comunicação e Semiótica (PUC SP) com estágio doutoral na Universität Kassel (Alemanha) e pós-doutorado na Universitat Pompeu Fabra (Espanha). Professora do Departamento Comunicação Social da UFMG e do Programa de Pós-Graduação em Comunicação Social da UFMG. É bolsista de Produtividade em Pesquisa (CNPq). Desenvolve pesquisas sobre semiótica, comunicação transmídia, desinformação e inteligência artificial.



geanealzamora@ufmg.br

Karla Magna dos Santos Gonçalves

Licenciada em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestre, e atualmente doutoranda, em Educação e Ciências pela mesma universidade. Suas pesquisas possuem abordagem da filosofia e sociologia da ciência em contextos de aprendizagem escolar em ambientes formais e não formais de ensino. Atualmente pesquisa sobre aprendizagem multiespécie em espaços de agroecologia urbana.



karla.mdsg@gmail.com

Ludmila Olandim de Souza

Bióloga e pedagoga, licenciada pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Mestre em Ensino de Ciências pela PUC Minas e doutora em Biologia Celular pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atuou por 22 anos como professora na Educação Básica. Atualmente é professora assistente da Faculdade de Medicina do UniBH, onde atua nas áreas de Ensino, Pesquisa e Extensão. Coordena projetos voltados à educação médica, à saúde planetária e às metodologias ativas.



olandim@hotmail.com

Luiz Gustavo Franco

Licenciado em Ciências Biológicas, mestre e doutor em educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, é professor da UFMG no Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino, desenvolvendo pesquisas na área de educação em ciências.



luizgfs@ufmg.br

Luiz Gustavo da Silva Fernandes

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor de Ciências e Biologia na Educação Básica na rede estadual do estado de Minas Gerais e membro voluntário do grupo Cogitamus - Educação e Humanidades Científicas.



gustavo.selfie9b@gmail.com

Maria Luiza Schiavoni Oliveira

Graduanda de Física pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Bolsista do Programa de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), junto à Faculdade de Educação (FaE/UFMG). Desenvolve pesquisa observando os conhecimentos e saberes sobre os céus do Cerrado mineiro com estudantes da Educação do Campo.



malu.schiavoni@gmail.com

Mariana Dias Duarte Borchio

Graduação em Psicologia, Artes Plásticas e Pedagogia. Especialização em Educação pela PUCRS. Mestre em Educação e docência (Promestre FaE/UFMG). Atua como Especialista em Educação Básica na rede Estadual de Educação do Estado de MG. Pesquisa sobre Infâncias, Educação, Psicologia, Decolonialidade, Arte, Teoria Ator-rede (ANT) e Antropoceno. Participa da Comissão de Psicologia Escolar Educacional do CRP-MG.



mariana.borchio@gmail.com

Pedro Castilho

Psicólogo pela PUC-Minas. mestre em literatura e psicanálise pela FALE/UFMG e doutor em Psicanálise pela UFRJ. É Professor Adjunto da Faculdade de Educação da UFMG, onde atua na graduação e na pós-graduação.



contatocastilho@gmail.com

Raí Leonardo de Jesus Santos

Graduado em Ciências Biológicas, modalidade Licenciatura, pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e atualmente mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Educação - Conhecimento e Inclusão Social da Faculdade de Educação da UFMG. Possui trabalhos com pesquisa no ensino de ciências atuando principalmente nos seguintes temas: antropoceno, transdisciplinaridade, educação, ontologia e humanidades científicas. Atualmente trabalhando com Cosmopolítica Vegetal e conhecimento tradicional.



rleonardodejesus@gmail.com

Rodolfo Dias de Araújo

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Mestre pelo Programa de Pós-graduação Processos Socioeducativos e Práticas Escolares (Mestrado em Educação) da UFSJ.



diasrodolfo@outlook.com

Samuel Itxai Silva Lobo

Possui graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São João Del-Rei (2017) e mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação (PPEdu) pela Universidade Federal de São João Del-Rei (2020). Atualmente é doutorando e pesquisador no Programa de Pós Graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (PPGE/FaE/UFMG). Atua como professor de Biologia e Ciências da Natureza da Escola Estadual Evandro Ávila. Pesquisa principalmente nos seguintes temas: Teoria Ator-Rede (TAR), formação de pesquisadores, Educação em Humanidades Científicas e educação no Antropoceno.



samuelitxaisilvalobo@gmail.com

Yasmim Cristinne Diniz de Oliveira

Graduanda de Biomedicina pelo Centro Universitário Una em Contagem. Foi bolsista do Programa de Iniciação Científica Júnior da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), com gestão pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (FaE/UFMG) durante o seu ensino médio. Desenvolveu pesquisas relacionadas ao meio ambiente e à Zona Crítica, com foco na análise das relações construídas em torno de uma horta escolar em Contagem. Participou do XIV Seminário de Iniciação Científica Júnior da UFMG e da II FECITEX – Feira Científica, Tecnológica e de Extensão da FUNEC.



yasmimcristinne9d.vbb2021@gmail.com

Organizadores
Francisco Ângelo Coutinho
Bruno Francisco Melo Pereira
Karla Magna dos Santos Gonçalves

EDUCAÇÃO EM HUMANIDADES CIENTÍFICAS NA ZONA CRÍTICA

Mudanças climáticas e “desastres” ambientais gerados pela interferência humana: é desse lugar que as/os autoras/es desta obra nos convidam para o diálogo. Em suas primeiras páginas, são apresentados eventos em série que constituem o tempo dos humanos, o Antropoceno. Esse tempo, ironicamente, é aquele em que humanos parecem lutar em prol de nossa própria extinção. Lutamos também em prol da extinção das outras espécies que dividem conosco o mesmo tempo-espaço.

É a partir daí que as/os autores nos provocam. Como podemos ser e estar neste mundo, nessas condições? Seria possível nos mantermos omissos? Nós, como professoras/es, estudantes e pesquisadoras/es, iremos nos posicionar? Como? As respostas para tais questões giram em torno de um argumento: o Antropoceno deve ser a base a partir da qual elaboramos nosso pensamento e nossas propostas sobre educação na atualidade.

A síntese da obra, explorada a partir de diferentes temáticas ao longo dos capítulos, é que a educação em ciências deve estar mobilizada e implicada diante do Novo Regime Climático. É a partir de nosso engajamento que teremos condições de afetar nossos estudantes e de também sermos afetados (Trecho da apresentação).

