“ÁGUAS DO CERRADO”: INVESTIGANDO UM OLHO D’ÁGUA NO CERRADO MARANHENSE

Rosa Maria Duarte Veloso[1], Gabriel Oliveira Silva[1], Marina Rodrigues Martins[2], Fernando César Silva[3]

[1] Centro Educa Mais Professor Ribamar Torres, rosamdv@prof.edu.ma.gov.br, gabrielos@prof.edu.ma.gov.br

[2] Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, marinamartins@ufrb.edu.br

[3] Universidade Federal de Minas Gerais, fcsquimico@ufmg.br

INTRODUÇÃO

A lei nº 14.926/2024 representa um avanço na atualização da Política Nacional de Educação Ambiental ao incorporar temas emergentes como a crise climática, a conservação da biodiversidade e a gestão de riscos socioambientais (Brasil, 2024). Ao alterar a lei nº 9.795/1999, o novo marco legal reconhece que os desafios ambientais contemporâneos exigem não apenas conscientização, mas também a formação de sujeitos capazes de compreender, intervir e propor soluções diante dos impactos ambientais que afetam os territórios (Brasil, 1999; 2024). Entre as principais alterações, destaca-se a obrigatoriedade de que as instituições de ensino incluam nos seus projetos pedagógicos, a exemplo: conteúdos e abordagens voltados para prevenção, mitigação e adaptação às mudanças climáticas; a necessidade de promoção da participação de estudantes em ações educativas que dialoguem com problemas ambientais locais e regionais, ampliando o protagonismo social com o território (Brasil, 2024).

A compreensão do território como espaço vivo, cujas formas de existência são moldadas pela relação entre povos, histórias e natureza (Santos, 2000) é central para pensar processos educativos verdadeiramente transformadores. Como afirma Bispo dos Santos (2023), o avanço do colonialismo e de sua versão contemporânea, que ele chama de desenvolvimento predatório, desestrutura modos de vida, destrói ambientes e rompe o envolvimento que sustenta a continuidade das comunidades. A participação dos estudantes em seus territórios e o enfrentamento às relações de opressão não se efetivam por meio da mera transmissão de conteúdos (Freire, 1967; 2022). Para que isso ocorra, é necessário um processo de ensino que favoreça a emancipação e a formação cidadã bem como a participação democrática (Valladares, 2021). Nessa direção, essa autora enfatiza que compreender as estruturas de poder em operação é condição essencial para o enfrentamento das diferentes formas de opressão ao argumentar que a ciência, juntamente com seus agentes, pode assumir um papel central em impulsionar transformações sociais (Valladares, 2021).

Nesse contexto, o ensino por investigação apresenta-se como uma das abordagens particularmente relevantes para aprofundar essas discussões. Ao problematizar questões associadas aos territórios, a partir de uma contextualização crítica e aprofundada na perspectiva freireana (Freire, 1967; 2022), essa abordagem pode favorecer a participação coletiva e colaborativa dos estudantes na busca de soluções para os problemas que vivenciam. Esse

processo envolve a construção e a investigação de hipóteses e possíveis encaminhamentos, considerando não apenas o conhecimento científico, mas também outros saberes que o influenciam e com ele se articulam (Carvalho, 2013).

Essa conexão com o território pode ser ainda mais aprofundada por meio de articulações com a Educação Ambiental, de modo a trazer à tona os desafios ambientais contemporâneos que atravessam e tensionam nossos territórios. Segundo Layrargues e Lima (2014), uma perspectiva de Educação Ambiental pode favorecer o reconhecimento da complexidade dos problemas socioambientais e contribuir para o questionamento de dualismos, como indivíduo/sociedade e natureza/cultura. Além disso, pode incentivar a participação política e social dos sujeitos, rompendo com estruturas hegemônicas de base capitalista e, desse modo, fortalecendo o enfrentamento das relações de opressão.

Considerando o exposto, em específico a Lei nº 14.926/2024, recentemente promulgada e que estabelece a obrigatoriedade de que as instituições de ensino incluam discussões ambientais articuladas ao território, e a potencialidade do ensino investigativo nesse processo, avaliamos que as contribuições deste estudo se situam no objetivo de relatar o percurso a implementação de atividades baseadas no ensino por investigação, fundamentadas em uma Educação Ambiental conectada ao território, destinada a estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola do interior do Maranhão.

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho foi a abordagem qualitativa (Souza et al., 2024), por permitir compreender em profundidade os processos vivenciados pelos estudantes e pelos professores de Biologia e de Química ao longo das atividades.

1. Caracterização do Contexto Escolar

O estudo foi desenvolvido em uma escola pública estadual que oferece ensino médio integral e ensino médio integrado ao técnico da região, localizada no interior do Maranhão, na região leste do estado. A instituição encontra-se próxima a uma Área de Proteção Ambiental (APA) e a propriedades rurais que permanecem dentro do perímetro urbano e abrigam diversas nascentes. Entre elas destaca-se um olho d’água que durante muitos anos constituiu uma das principais fontes de água utilizadas para o abastecimento público pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). Essa nascente chegou a abastecer diversos bairros, bem como a própria escola. Com o tempo, a água do olho d’água passou a apresentar odor e sabor ferruginoso, levando a instituição a solicitar ao SAAE que outra nascente fosse utilizada para abastecer a escola. Diante desse cenário, tornou-se pertinente desenvolver a investigação com os estudantes no território onde se localiza o olho d’água, cuja denominação remete ao antigo nome da escola.

“ÁGUAS DO CERRADO”: INVESTIGANDO UM OLHO D’ÁGUA NO CERRADO MARANHENSE

2. Caracterização da turma

A investigação foi realizada em uma turma do 2º ano do curso técnico em Contabilidade integrado ao Ensino Médio, composta por 41 estudantes regularmente matriculados e com idades entre 16 e 17 anos. Essa turma apresenta um perfil sociocultural heterogêneo, marcado pela predominância de estudantes residentes na zona urbana, especialmente em bairros periféricos. Embora também haja um número significativo de estudantes oriundos da zona rural que se deslocam diariamente para a escola, perfazendo até 80 km diariamente, há também estudantes de cidades vizinhas

A maioria dos estudantes é beneficiária de programas de proteção social do governo federal, como o Pé-de-Meia, voltado à inclusão e permanência escolar. Entre eles, encontram-se jovens que são filhos de mães solo, estudantes criados pelos avós e outros que serão os primeiros de suas famílias a ingressar no Ensino Superior. Apesar das dificuldades socioeconômicas, muitos se destacam em iniciativas acadêmicas, sendo medalhistas em olimpíadas científicas nacionais, como a Olimpíada Nacional de Ciências (ONC), a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) e a Olimpíada de Geografia do Brasil (OGB). Esses elementos evidenciam um grupo de jovens comprometidos, autônomos e solidários.

A escolha dessa turma ocorreu devido à disponibilidade no horário, por se tratar do primeiro turno, quando a temperatura é mais amena, e à compatibilidade entre as agendas dos docentes. Além disso, naquele período, a professora de Biologia trabalhava conteúdos sobre parasitoses humanas, com ênfase nas doenças de veiculação hídrica, incluindo algumas helmintíases, o que tornava o tema especialmente relevante para compreender os riscos associados ao consumo de água contaminada. Simultaneamente, o professor de Química discutia o conceito de soluções, reforçando a pertinência de desenvolver a investigação com esse grupo específico. Adicionalmente, trata-se de uma turma que demonstra interesse por atividades investigativas e aulas de campo. Os estudantes participam ativamente, colaboram com as propostas e já possuem experiência prévia nesse tipo de abordagem, o que favoreceu tanto o engajamento quanto o desenvolvimento das atividades planejadas.

3. Perfil dos professores

A proposta foi desenvolvida por dois docentes, um professor de Química e uma professora de Biologia, ambos com formação e experiência que dialogam diretamente com a Educação Ambiental, práticas orientadas pela territorialidade e abordagem de ensino investigativo.

O professor de Química é licenciado em Química e possui especialização em Ciências da Natureza. Durante a graduação, atuou como bolsista de iniciação científica, desenvolvendo pesquisas com feijão-caupi para análise dos teores de ferro, zinco e cobre. Sua experiência articula aspectos que envolvem a química analítica quantitativa e o ensino de química orgânica

para estudantes do Ensino Médio, atuando há 9 anos na mesma escola. A professora de Biologia é licenciada em Pedagogia e Biologia, possui especialização em Educação Ambiental e é mestre em Saúde Pública. Atuou como bolsista de iniciação científica com pesquisas na área de fitossociologia e estudos sobre doenças negligenciadas com ênfase no estigma e no empoderamento de pessoas acometidas pela hanseníase em territórios vulneráveis. Sua experiência articula dimensões socioambientais, saúde coletiva e abordagem territorial..

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta didática, embora não tenha sido inicialmente concebida como uma sequência formal de ensino por investigação, apresenta uma estrutura de atividades que dialoga com perspectivas investigativas amplamente discutidas na literatura, especialmente nos trabalhos de Carvalho (2013). Esse alinhamento decorre do histórico de discussões dos professores sobre o ensino por investigação, bem como do contato prévio com essas produções. Assim, a proposta incorpora elementos essenciais desse enfoque, tais como a formulação de um problema a ser investigado, a possibilidade de coletar e analisar dados, a sistematização das informações produzidas e a proposição de possíveis soluções para o problema estudado.

Ademais, a proposta didática fundamentou-se nos pressupostos de Milton Santos sobre território. Para o autor, o território não é uma superfície neutra, mas um “espaço usado”, produto da interação entre sistemas naturais e ações humanas, atravessado por dimensões sociais, econômicas, culturais e afetivas (Santos, 2000). Trata-se de um tecido de identidades, práticas e disputas que expressam sua natureza contraditória: ao mesmo tempo em que incorpora os vetores hegemônicos da globalização, também gera resistências, contra-ordens e formas próprias de organização social (Santos, 2000). Em *Metamorfoses do Espaço Habitado*, Santos (2021) aprofunda essa perspectiva ao enfatizar o caráter histórico do território, marcado por desigualdades, conflitos e relações de poder em constante renovação. Assim, o território ultrapassa um recorte físico e se configura como um espaço em contínua transformação, moldado pelos diferentes usos e pela dinâmica das forças sociais.

No que diz respeito à perspectiva de Educação Ambiental adotada, ela se fundamenta em pressupostos freireanos. Embora Paulo Freire não tenha se dedicado especificamente ao estudo da Educação Ambiental, sua obra oferece bases consistentes para uma compreensão crítica dessa área, como apontam Loureiro e Torres (2014). Isso porque Freire contribui com reflexões profundas sobre a realidade que nos atravessa e sobre as múltiplas formas de opressão que incidem sobre a classe trabalhadora, sejam elas de gênero, etnia, classe ou outras dimensões das desigualdades e injustiças sociais (Freire, 1967; 2022). Ao trazer à tona situações-problema concretas da realidade, Freire propõe uma práxis libertadora, na qual os sujeitos analisam criticamente seu território para transformá-lo. Assim, o pensamento educacional freireano é crítico

porque problematiza a estrutura social e evidencia as relações de poder inclusive e sobretudo na relação com a natureza, entendendo que a exploração socioambiental é parte do mesmo processo histórico de submissão, dominação e subalternização presente em nossa sociedade.

Tais referências são ontológica e epistemologicamente coerentes, pois Carvalho (2013) se fundamenta na perspectiva freireana (1967, 2022) para dialogar e propor aspectos relativos ao ensino investigativo, especialmente ao defender a problematização de questões reais vividas pelos sujeitos. Nessa mesma direção, Santos (2000; 2021) também evidencia pontos convergentes com o pensamento de Freire, particularmente no que diz respeito às relações de poder que atravessam as comunidades e configuram suas territorialidades.

Nesse sentido, ao deslocar os estudantes para o território real e conduzi-los em um processo investigativo e crítico sobre as condições da água, suas causas e implicações, pode favorecer a construção de discussões sociais críticas que podem impulsionar processos de transformação. Nesse movimento, os estudantes passam a “ler” o território articulando Ciência, história local, políticas públicas e condições concretas de vida. A análise da água pode se tornar, assim, um instrumento de conscientização socioambiental crítica, contribuindo para o fortalecimento do sentimento de pertencimento e estimulando um posicionamento crítico que pode, inclusive, desdobrar-se em formas de ativismo sociopolítico-científico, como defendido por Hodson (2020).

Visando contribuir para a compreensão de como as atividades foram implementadas, apresentamos o Quadro 1. Nesse, há uma síntese das atividades realizadas, contendo: (i) o título de cada atividade; (ii) o número de encontros utilizados; (iii) os objetivos alcançados em cada atividade pelos estudantes; e (iv) a forma em que foi articulado o ensino por investigação com a territorialidade e com a Educação Ambiental durante a implementação de cada atividade.

Quadro 1. Descrição das atividades realizadas.

Atividades	Número de aulas	Objetivos alcançados pelos estudantes	Articulações com os referenciais durante implementação
Contextualização e problematização do olho d’água	01	Os estudantes reconheceram a importância das nascentes para o bioma Cerrado, conhecido como “berço das águas”, e identificaram sua relevância ecológica para a manutenção dos ecossistemas. Também tomaram conhecimento do uso histórico da nascente no abastecimento público do município e analisaram os motivos que levaram à interrupção de sua utilização para consumo humano. A partir dessas discussões, refletiram sobre a qualidade da água, os impactos ambientais e a necessidade de preservar as nascentes e as áreas de	Considerou-se o território como um espaço vivo (Santos, 2000), articulado à proposição do problema, conforme orientações de Carvalho (2013). Esse problema, de natureza socioambiental, fundamenta-se em pressupostos da Educação Ambiental, ancorados na perspectiva freireana (Freire, 1967; 2022).

		recarga.	
Conhecendo o olho d’água	02	Os estudantes observaram *in loco* a nascente estudada, acompanhados pelos professores, e realizaram a coleta adequada de amostras de água em recipiente esterilizado. Analisaram com o EcoKit 2, medindo temperatura, turbidez, pH, nitrato, fosfato e outros parâmetros, e complementaram o trabalho em sala de aula com a medição da DBO.	Levou-se em conta a observação sistemática, o registro e a interpretação dos resultados, fundamentando-se nos pressupostos de Carvalho (2013). Ainda, a leitura do mundo que antecede a leitura dos dados, em consonância com os pressupostos freireanos de problematização e conscientização (Freire, 1967, 2022), bem como uma compreensão inicial de território (Santos, 2000).
Discussão dos resultados em sala de aula com os professores	01	Os estudantes discutiram em sala os resultados das análises da água e refletiram sobre os parâmetros identificados e suas implicações ambientais. Eles também contextualizaram a área da nascente, considerando sua localização, o histórico de uso e as estruturas antigas de captação. Além disso, identificaram condições de uso e ocupação do solo, como a presença de pasto, circulação de gado, bananal, pouca vegetação de proteção, sedimentos ferruginosos e espécies invasoras. Por fim, reconheceram sinais de degradação ambiental, como buritizeiros mortos, e discutiram os possíveis impactos sobre as nascentes.	Considerou-se a elaboração de explicações para o problema investigado, conforme proposto por Carvalho (2013), articulada à observação crítica do território, entendido como um espaço vivo e significativo (Santos, 2000). Esse foi feito de maneira a mobilizar uma leitura de mundo em consonância com os pressupostos freireanos de problematização e de conscientização socioambiental (Freire, 1967, 2022).
Escrita do relatório com reflexões sobre as implicações socioambientais	01	Os estudantes produziram um relatório analisando as implicações socioambientais observadas na aula de campo e relacionaram a degradação da nascente a possíveis impactos na saúde pública, incluindo doenças de veiculação hídrica. Reconheceram a importância do saneamento básico e os efeitos do descarte inadequado de resíduos no assoreamento e na eutrofização. Além disso, discutiram a preservação das nascentes e o papel das políticas públicas na gestão da água, desenvolvendo uma compreensão crítica da problemática socioambiental do território e da relação entre ambiente e saúde.	Levou-se em conta os fundamentos de sistematização individual propostos por Carvalho (2013), articulados à perspectiva freireana de leitura do mundo e de conscientização sobre a problemática socioambiental do território, bem como à compreensão do território como um espaço vivo e produtor de significados (Santos, 2000).
Sugestão de possíveis soluções	01	Os estudantes propuseram soluções para os problemas identificados no entorno da nascente e elaboraram propostas de intervenção comunitária e política para sua recuperação e preservação. Também refletiram sobre	Considerou-se o referencial de Carvalho (2013), que destaca a necessidade de elaborar uma solução para o problema investigado. De maneira articulada, incorporaram-se os pressupostos

		os limites de atuação na área privada e a importância do diálogo com os proprietários. Além disso, compreenderam a água como bem público e a necessidade de preservar o território como patrimônio socioambiental compartilhado.	freireanos (Freire, 1967, 2022), reconhecendo as múltiplas formas de opressão, desigualdades e injustiças sociais que atravessam os sujeitos e orientam a problematização das relações entre ambiente, políticas públicas e condições de vida. Além disso, assumiu-se a perspectiva de território como um espaço vivo, usado e em constante metamorfose, conforme discutido por Santos (2000, 2021). Esse processo, levou em conta a conexão entre o conhecimento científico às práticas sociais, favorecendo a perspectiva de transformação social (Freire, 1967;2022) e incentivando o engajamento dos estudantes em debates e ações socioambientais, conforme defendido por Hodson (2020).

Fonte: Elaborado pelas autorias. Cada aula tinha duração de 50 minutos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi relatar o percurso de implementação de atividades baseadas no ensino por investigação, fundamentadas em uma Educação Ambiental conectada ao território, destinadas a estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola do interior do Maranhão.

A partir de um processo de articulação entre os referenciais teórico-metodológicos relativos ao ensino por investigação, à educação ambiental e ao território, observamos que a proposta desenvolvida e implementada na escola contribuiu para que os estudantes, inicialmente, percebessem e refletissem sobre a problemática socioambiental relacionada ao processo de devastação do bioma Cerrado. Além disso, os alunos passaram a investigar esse processo por meio de questionamentos, observações, levantamento de hipóteses, registros e análise de dados.

Com o aprofundamento da compreensão do território e de sua situação atual, os estudantes passaram a analisar a problemática não apenas em seus aspectos sociais e ambientais, mas também em suas dimensões científicas. Nesse processo, reconheceram ainda o papel das políticas públicas na gestão da água, em articulação com o ambiente e a saúde pública. Foi a partir dessa leitura crítica que os estudantes passaram a propor soluções que extrapolam o âmbito individual, avançando para ações coletivas por meio do diálogo com gestores públicos e proprietários, o que, segundo Hodson (2018), tem maior potencial para desafiar as estruturas que sustentam os problemas, em comparação com respostas estritamente individuais.

Como implicações deste relato, consideramos que o estudo pode contribuir com educadores da Educação Básica e do Ensino Superior da área de Ciências, ao favorecer a inserção desse tipo de

discussão em sala de aula. Além disso, avaliamos que a interconexão entre os referenciais do ensino por investigação, da educação ambiental e do território, mobilizados na elaboração e implementação da proposta, mostra-se promissora para potencializar não apenas discussões científicas, mas também aquelas que abrangem as dimensões sociais, políticas e outras que atravessam a sociedade, contribuindo, assim, para a formação de sujeitos críticos e emancipados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à empresa ALFAKIT pela doação do ECOKIT II para as análises de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

FREIRE, Paulo. *Educação como prática da liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 81. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2022.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. RAE-Revista de Administração de Empresas, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

HODSON, Derek. Going Beyond STS Education: Building a Curriculum for Sociopolitical Activist. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, v. 20, p. 592-622, 2020.

HODSON, Derek. Questões Sociocientíficas: Fundamentos, Propostas de Ensino e Perspectivas para Ações Sociopolíticas. In D. M. Conrado & N. N. Neto (Eds.), *Realçando o Papel da Ética e da Política na Educação Científica: Algumas Considerações Teóricas e Práticas sobre Questões Sociocientíficas*. Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia, 2018.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. *Ambiente & Sociedade*, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo; TORRES, Juliana Rezende. Educação Ambiental: dialogando com Paulo Freire. São Paulo: Cortez, 2014.

PINHÃO, Francine; MARTINS, Isabel. Cidadania e ensino de ciências: questões para o debate. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 18, n. 3, p. 9-29, 2016.

SANTOS, Antônio Bispo dos. *A terra dá, a terra quer*. São Paulo: Ubu Editora/PISEAGRAMA, 2023.

SANTOS, Milton. Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal. Rio de Janeiro: Record, 2000.

SANTOS, Milton. Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da geografia. 6. ed., 3. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2021.

“ÁGUAS DO CERRADO”: INVESTIGANDO UM OLHO D’ÁGUA NO CERRADO MARANHENSE

SOUZA, J. C.; MARTINS, M.; MELGAÇO, L. A.; SILVA, C. M. O processo de pesquisa-aprendizagem: um relato vivenciado no curso técnico em Agroecologia em uma escola do interior da Bahia. Revista Cocar, v. 21, n. 39, 2024.

VALLADARES, Liliana. Scientific literacy and social transformation: Critical perspectives about science participation and emancipation. *Science & Education*, v. 30, n. 3, p. 557-587, 2021.