

Integração interdisciplinar entre geografia e biologia: a confecção de herbários como estratégia pedagógica para a educação ambiental

An interdisciplinary approach to geography and biology: the development of herbaria as a pedagogical strategy for environmental education

Claudio Geraldo Rocha Caldeira¹

Resumo

Este estudo analisa a confecção de herbários escolares como estratégia interdisciplinar entre Geografia e Biologia para a promoção da educação ambiental crítica no Ensino Médio. A pesquisa, de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e delineamento de estudo de campo envolveu 109 estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública de Curvelo, Minas Gerais, localizada no bioma Cerrado. A metodologia compreendeu aulas sobre taxonomia vegetal, sala de aula invertida para o estudo de biomas e domínios morfoclimáticos, coleta e montagem de herbários e rodas de conversa sobre impactos ambientais locais. Os dados foram produzidos por observação participante, diário de campo e avaliações escritas, e analisados segundo os princípios da análise de conteúdo. Os resultados indicaram progressão do uso de nomenclaturas populares para a nomenclatura binomial, conflito cognitivo produtivo na identificação de espécies exóticas, ampliação das reflexões sobre conservação ambiental e maior participação dos estudantes nas atividades investigativas. Conclui-se que a prática pedagógica fortalece a articulação entre teoria e prática e contribui para a formação ambiental crítica dos estudantes.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa; Protagonismo estudantil; Taxonomia vegetal; Domínios morfoclimáticos; Conservação da biodiversidade.

Abstract

This study analyzes the development of school herbaria as an interdisciplinary strategy integrating Geography and Biology to promote critical environmental education in secondary education. The research, characterized as applied research with a qualitative approach and a field study design, involved 109 second-year secondary school students from a public school in Curvelo, Minas Gerais, located within the Cerrado biome. The methodology included lessons on plant taxonomy, a flipped classroom approach for the study of biomes and morphoclimatic domains, the collection and assembly of herbaria, and discussion circles addressing local environmental impacts. Data were produced through participant observation, field journals, and written assessments and were analyzed according to the principles of content analysis. The results indicated a progression from the use of popular plant names to binomial nomenclature, productive cognitive conflict during the identification of exotic species, expanded reflections on environmental conservation, and greater student participation in investigative activities. It is concluded that this pedagogical practice strengthens the relationship between theory and practice and contributes to students' critical environmental education.

Keywords: Meaningful learning; Student agency; Plant taxonomy; Morphoclimatic domains; Biodiversity conservation.

¹ Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. caldeiraciencias@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A fragmentação do conhecimento na educação básica brasileira impõe obstáculos significativos à compreensão integrada de fenômenos socioambientais complexos, exigindo uma reorganização epistemológica que transcenda a mera justaposição de conteúdos. No contexto do Ensino Médio, a interdisciplinaridade emerge como um princípio orientador capaz de produzir novos modos de apreensão da realidade, indo além da compartimentação curricular para alcançar uma integração profunda entre os saberes (Fazenda, 2003). A articulação entre Geografia e Biologia permite que temas como biodiversidade e biomas deixem de ser abstrações teóricas e passem a ser compreendidos em suas dimensões espacial, biológica e política (Brasil, 2018).

A Geografia escolar, ao abordar os domínios morfoclimáticos e os biomas, mobiliza conceitos fundamentais relacionados ao espaço, à dinâmica da natureza e às interações antrópicas no território (Ab'Sáber, 2003). Complementarmente, a Biologia oferece as bases para a compreensão da diversidade vegetal e das adaptações morfológicas das espécies aos diferentes contextos ecológicos (Coutinho, 2016).

Neste cenário, o uso do herbário escolar configura-se como uma estratégia pedagógica inovadora e integradora para articular conteúdos e aproximar os estudantes da experiência investigativa da ciência (Martins-da-Silva *et al.*, 2014). Entendido simultaneamente como instrumento científico e recurso de alfabetização científica, o herbário convoca a taxonomia vegetal e a biogeografia, vinculando a teoria à observação empírica de forma orgânica (Gadelha Neto *et al.*, 2013). A confecção de exsicatas estimula a observação direta e a organização sistemática de coleções, o que potencializa o protagonismo estudantil e a aprendizagem significativa (Ausubel, 2000).

Segundo Ausubel (2000), o conhecimento torna-se significativo quando novas ideias se relacionam de forma não arbitrária e substantiva com conceitos relevantes já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, denominados subsunçores. Nessa perspectiva, ao ancorar a botânica na vivência territorial dos estudantes no bioma Cerrado, a prática favorece a retenção e a ressignificação conceitual.

Tais práticas encontram respaldo nos princípios da Base Nacional Comum Curricular, que preconiza o desenvolvimento do pensamento científico e a resolução de problemas complexos por meio da integração de saberes (Brasil, 2018). No campo metodológico, a adoção de abordagens ativas, como a sala de aula invertida, permite que os estudantes assumam maior responsabilidade sobre seus processos de aprendizagem (Silveira Junior, 2020).

Contudo, a eficácia dessa metodologia no ensino público deve ser avaliada criticamente, uma vez que sua aplicação é condicionada ao acesso digital e à conectividade fora do ambiente escolar. Sem uma mediação docente que considere as desigualdades estruturais, tais estratégias podem

ampliar lacunas de aprendizagem em vez de reduzi-las (Moran, 2019). A construção da autonomia discente exige uma responsabilidade compartilhada no processo de ensinar a pensar certo (Freire, 1996). Diante do exposto, o presente estudo objetiva analisar a utilização do herbário como recurso interdisciplinar em uma escola pública.

Investigam-se as contribuições dessa estratégia para a educação ambiental crítica, a aprendizagem significativa e o engajamento discente, utilizando como indicadores a evolução da acurácia taxonômica e a descrição analítica de padrões comportamentais registrados em diário de campo (Lakatos; Marconi, 2003).

A pesquisa justifica-se pela necessidade de validar estratégias que promovam o protagonismo e a compreensão das adaptações vegetais, superando a recepção passiva de informações em prol de uma postura ativa de leitura do mundo (Freire, 1996). Ao integrar a taxonomia de Lineu à análise da paisagem, busca-se fomentar uma consciência conservacionista enraizada na realidade territorial dos sujeitos (Minayo, 2002).

2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, DIALOGICIDADE E AUTONOMIA DISCENTE

A teoria da aprendizagem significativa, sistematizada por David Ausubel (2000), estabelece que o conhecimento é o produto de um processo cognitivo que envolve a interação entre ideias logicamente significativas e ideias âncoras relevantes (subsunçores) já existentes na estrutura particular do aprendiz. Para o autor, essa interação não ocorre de forma arbitrária nem literal, resultando em significados psicológicos únicos e duradouros para cada estudante.

No ensino interdisciplinar de Geografia e Biologia, tal ancoragem se materializa quando o discente estabelece nexos entre a sistemática botânica e a distribuição espacial da vegetação a partir de sua vivência territorial no Cerrado mineiro. A aquisição de novos significados exige, portanto, a apresentação de materiais potencialmente significativos que possam ser assimilados de forma substantiva ao repertório cognitivo preexistente, permitindo que o estudante organize o saber de modo progressivo e articulado (Ausubel, 2000).

Ao contrário de visões pedagógicas superficiais que associam a transmissão verbal à passividade, Ausubel argumenta que a aprendizagem significativa por recepção é, por inerência, um processo ativo que demanda análise cognitiva e reflexão. Esse dinamismo é potencializado pelo ensino expositivo que reconhece os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, nos quais o professor atua para clarificar semelhanças e diferenças entre novos conceitos botânicos e as percepções cotidianas dos aprendizes (Ausubel, 2000).

Assim, o ato de aprender deixa de ser uma mera memorização mecânica — altamente vulnerável a interferências e ao esquecimento — para se tornar um processo de estabilização de

vestígios na memória semântica, o que favorece a retenção e a transferência do conhecimento para a resolução de problemas reais (Ausubel, 2000).

A essa base cognitiva, Paulo Freire acrescenta uma dimensão ético-política fundamental ao postular que ensinar não consiste na transferência de conhecimentos, mas na criação de possibilidades para a sua produção ou construção. Para Freire, a docência e a discência são indicotomizáveis, pois quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender (Freire, 1996).

O respeito à autonomia e à dignidade do educando é um imperativo ético, indispensável para que o estudante se reconheça como participante ativo do processo de aprendizagem e da construção do conhecimento científico. No contexto da confecção de herbários, essa dialogicidade impede que a prática pedagógica seja reduzida a uma técnica estéril de coleta, exigindo que a participação discente seja organizada em torno de problemas socialmente relevantes, como a preservação do bioma local (Freire, 1996). Para o autor, pensar certo exige que a escola respeite os saberes com que os educandos, sobretudo os de classes populares, chegam a ela, discutindo a razão de ser desses conhecimentos em relação ao ensino dos conteúdos.

A transição da curiosidade ingênua para a curiosidade crítica ou epistemológica demanda que o educador não apenas apresente o conteúdo, mas desafie o educando a apreender a substantividade do objeto científico. A curiosidade humana, historicamente construída, deve ser estimulada pela escola para que o aluno se torne capaz de tomar distância do objeto e realizar aproximações metódicas rigorosas (Freire, 1996).

Freire (1996) enfatiza que a educação é uma forma de intervenção no mundo e, portanto, jamais poderá ser neutra. A partir dessa perspectiva crítica, é possível compreender as questões ecológicas no interior das relações de poder e do uso do território, o que fundamenta uma leitura da educação ambiental orientada à emancipação humana, ao reconhecer o sujeito como um ser condicionado, mas não determinado pela realidade histórica.

Entretanto, a implementação de metodologias ativas contemporâneas, como a sala de aula invertida, deve ser planejada com atenção para que os objetivos pedagógicos sejam efetivamente alcançados. Essa proposta representa uma mudança estrutural na qual o conteúdo passa a ser estudado previamente em casa para priorizar a mediação de atividades desafiadoras no tempo presencial (Silveira Junior, 2020).

Contudo, a eficácia dessa abordagem no ensino público é condicionada ao enfrentamento do abismo digital, visto que a falta de acesso à internet fora da escola é uma realidade para muitos estudantes. Sem uma mediação docente que considere essas desigualdades, a inversão do fluxo pedagógico corre o risco de ampliar as disparidades de participação (Silveira Junior, 2020).

Portanto, a autonomia discente buscada neste projeto não exclui o papel mediador do professor, mas exige uma responsabilização compartilhada no processo de ensinar a pensar certo

(Freire, 1996). Ao promover o encontro entre a teoria da assimilação e a pedagogia da autonomia, a confecção de herbários escolares fomenta uma consciência conservacionista enraizada na realidade territorial (Ausubel, 2000). Tal estratégia amplia a participação discente no processo de construção do conhecimento, favorecendo o envolvimento investigativo e a autonomia intelectual.

3 BIOMAS TERRESTRES BRASILEIROS, DOMÍNIOS MORFOCLIMÁTICOS E HERBÁRIO

O bioma pode ser compreendido como uma unidade de análise abrangente que integra as características da vegetação, o solo, a altitude e as condições climáticas em grandes extensões territoriais (Coutinho, 2016). O território brasileiro é composto por seis biomas continentais de expressiva biodiversidade: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal. O entendimento articulado dessas áreas é fundamental para orientar ações de preservação e estratégias de gestão ambiental, o que facilita o reconhecimento de regiões estratégicas para o aproveitamento sustentável dos recursos naturais (Campoli; Stivali, 2023).

Os biomas brasileiros prestam serviços ecossistêmicos vitais, entre os quais se destacam o sequestro de carbono, a estabilização climática e a proteção hídrica. Além disso, as funções ecológicas incluem o chamado valor de opção, referente ao potencial uso futuro de espécies ainda desconhecidas para fins biotecnológicos ou farmacológicos (Campoli; Stivali, 2023).

O bioma Cerrado, área de inserção deste estudo, apresenta vegetação com adaptações morfológicas específicas às condições edafoclimáticas, como cascas espessas e sistemas radiculares profundos (Coutinho, 2016). A degradação desses ecossistemas gera custos sociais elevados decorrentes da perda de biodiversidade e da alteração de ciclos hidrológicos (Campoli; Stivali, 2023).

Os domínios morfoclimáticos constituem uma proposta de interpretação integrada da paisagem, ao articularem feições do relevo, regimes climáticos, características pedológicas e formações vegetais, configurando-se como complexos territoriais nos quais a dinâmica geomorfológica exerce papel estruturante (Ab'Sáber, 2003). Sob essa ótica, são reconhecidas seis grandes unidades no território brasileiro: os domínios Amazônico, das Caatingas, dos Cerrados, dos Mares de Morros, das Araucárias e das Pradarias, cujos limites se estabelecem por amplas zonas de transição.

Diferentemente do conceito de bioma, que privilegia atributos biológicos e ecológicos (Coutinho, 2016), a perspectiva morfoclimática enfatiza a articulação entre a estrutura do relevo e os processos climáticos na organização da paisagem. Nesse contexto, as faixas ecotonais assumem papel relevante ao promoverem a interpenetração de biotas e a intensificação da heterogeneidade ambiental, contribuindo para a diversidade geoecológica do território.

A leitura integrada das paisagens brasileiras permite compreender os padrões de ocupação humana e as vulnerabilidades ambientais de cada região (Ab'Sáber, 2003). Por exemplo, as diferenças nos padrões de erosão hídrica entre culturas como café e soja estão diretamente relacionadas às características físicas dos domínios em que são cultivadas (Castro; Queiroz Neto, 2009). Assim, os domínios morfoclimáticos auxiliam na implementação de medidas preventivas e no zoneamento de atividades para a preservação de recursos (Ab'Sáber, 2003).

Historicamente, o termo herbário referia-se a manuscritos que catalogavam descrições e ilustrações de plantas medicinais valorizadas por suas propriedades curativas (Luna, 2016). Atualmente, o herbário é definido como uma coleção científica de amostras vegetais desidratadas, organizadas conforme técnicas padronizadas e preservadas como exsicatas (Martins-da-Silva *et al.*, 2014).

Suas funções estruturam-se na documentação da biodiversidade fúngica e vegetal e no fornecimento de dados para a formulação de políticas públicas de conservação. O herbário atua como um arquivo histórico da flora regional, possibilitando a avaliação do impacto de atividades antrópicas ao longo do tempo (Gadelha Neto *et al.*, 2013). No âmbito pedagógico, o herbário escolar constitui um recurso de alfabetização científica, introduzindo o rigor do método científico e a importância da taxonomia para as ciências aplicadas (Martins-da-Silva *et al.*, 2014).

A identificação de espécies introduzidas no entorno escolar, como manga, café e eucalipto, revela processos históricos de ocupação do espaço e transformações profundas da paisagem original (Ab'Sáber, 2003). Conseqüentemente, o herbário escolar favorece a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento científico. Tal prática pedagógica estimula o desenvolvimento da autonomia intelectual e da capacidade investigativa, favorecendo a articulação entre observação empírica e conhecimento científico. Ao catalogar o material botânico, o discente articula a sistemática à leitura da realidade territorial, consolidando nexos substantivos entre a teoria e a vivência no bioma (Ausubel, 2000).

4 EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E LEITURA DA PAISAGEM

Em sua perspectiva crítica, a educação ambiental ultrapassa abordagens centradas exclusivamente na preservação da natureza, ao situar os problemas ecológicos no contexto das relações sociais, econômicas e de poder que produzem e organizam o território. Tal concepção pressupõe a reconstrução da relação entre sociedade e ambiente, orientando-se pela formação de sujeitos capazes de reconhecer o caráter histórico e socialmente produzido da realidade, bem como sua potencialidade de transformação mediante a intervenção coletiva e consciente.

No contexto do Cerrado mineiro, a prática pedagógica exige que o estudante reconheça o bioma como uma totalidade dinâmica, marcada por tensões entre a conservação e os padrões de exploração econômica (Campoli; Stivali, 2023). A educação ambiental crítica busca, portanto, superar a naturalização das crises, inserindo o educando no domínio da decisão e da responsabilidade ética frente ao futuro (Freire, 1996).

Nesse processo, a leitura da paisagem consolida-se como uma competência geográfica vital, permitindo ao estudante decifrar as heranças de processos fisiográficos e biológicos contidas no arranjo espacial. A paisagem é compreendida como a síntese visível do domínio morfoclimático, onde relevo, clima e vegetação se integram em um complexo relativamente homogêneo. A leitura integrada desse espaço permite compreender que a dinâmica da natureza é indissociável das interações antrópicas que a modelam ao longo do tempo (Ab'Sáber, 2003). Em uma proposta interdisciplinar, essa capacidade interpretativa é qualificada quando os conhecimentos biológicos de sistemática e taxonomia são aplicados à observação direta do entorno imediato (Gadelha Neto *et al.*, 2013).

Um ponto crítico na leitura da paisagem escolar é a identificação de espécies introduzidas, como manga, café e eucalipto, que frequentemente aparecem naturalizadas na percepção dos estudantes (Ab'Sáber, 2003). Ao catalogar esses espécimes para a confecção de um herbário, o discente estabelece nexos entre o conhecimento científico e os elementos onipresentes em seu cotidiano (Ausubel, 2000).

Esse estranhamento favorece a problematização da realidade e o aprofundamento da investigação acerca dos processos históricos e ambientais observados (Freire, 1996). A ancoragem desses conceitos botânicos e biogeográficos na vivência territorial contribui para a aprendizagem significativa, uma vez que possibilita a articulação entre conhecimentos prévios e novos conceitos científicos, transformando o saber em instrumento de interpretação da realidade (Ausubel, 2000).

A aprendizagem significativa na educação ambiental ocorre quando novas ideias sobre biodiversidade se relacionam de forma não arbitrária e substantiva ao repertório cognitivo prévio do aprendiz (Ausubel, 2000). O herbário escolar, ao exigir o rigor da nomenclatura binomial e a observação detalhada da morfologia vegetal, atua como mediador entre o conhecimento acadêmico e a experiência concreta (Martins-da-Silva *et al.*, 2014).

Tal estratégia metodológica favorece a participação ativa dos estudantes na produção e sistematização do conhecimento. Essa prática impede que o ensino seja reduzido a um verbalismo vazio, pois demanda que o estudante se reconheça como sujeito da produção do conhecimento e não como mero paciente da transferência de informações (Freire, 1996). Portanto, a montagem da coleção botânica torna-se uma estratégia de alfabetização científica que fortalece a compreensão da indissociabilidade entre os componentes biológicos e espaciais do ambiente (Gadelha Neto *et al.*, 2013).

Entretanto, essa leitura crítica da paisagem deve estar atenta às limitações impostas pelas metodologias ativas, como a sala de aula invertida, cujos resultados dependem de condições materiais de acesso tecnológico e de conectividade fora do ambiente escolar. Sem uma mediação docente que considere a desigualdade digital, a estratégia corre o risco de ampliar as disparidades de participação e as lacunas de aprendizagem em vez de consolidar a autonomia buscada (Silveira Junior, 2020).

A construção da consciência ambiental deve, por conseguinte, fundamentar-se em uma responsabilização compartilhada e planejada, recusando ideologias fatalistas que apresentam a degradação dos biomas como um destino inexorável. O reconhecimento do inacabamento humano e a compreensão da História como tempo de possibilidade sustentam a convicção de que a mudança na gestão territorial e conservacionista é difícil, mas plenamente possível (Freire, 1996).

Em síntese, a integração entre educação ambiental crítica e leitura da paisagem permite que o estudante veja o espaço geográfico como um texto social a ser interpretado e ressignificado (Minayo, 2002). Ao documentar a flora local, o herbário escolar converte-se em repositório de memória ambiental e ponto de partida para o avanço do conhecimento científico (Martins-da-Silva *et al.*, 2014).

5 CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA

A investigação foi desenvolvida em uma escola pública estadual situada no município de Curvelo, Minas Gerais, situada no domínio morfoclimático do Cerrado. A localização da escola no domínio morfoclimático do Cerrado favorece o desenvolvimento de práticas botânicas e geográficas contextualizadas, permitindo a leitura integrada dos processos fisiográficos característicos desse bioma (Ab'Sáber, 2003).

A instituição atende 871 alunos, abrangendo do Ensino Fundamental ao Novo Ensino Médio, e caracteriza-se por receber estudantes oriundos majoritariamente de áreas periféricas, o que exige um olhar atento às desigualdades que condicionam o aprendizado (Silveira Junior, 2020).

A infraestrutura pedagógica e tecnológica conta com projetores multimídia em todas as salas, laboratório de informática, biblioteca e rede de internet. Para o desenvolvimento das atividades práticas de Biologia, os alunos utilizaram microscópios e suporte tecnológico para pesquisa. As condições materiais do espaço escolar influenciam as possibilidades de desenvolvimento das práticas pedagógicas e dos processos de aprendizagem (Freire, 1996). A gestão da escola pauta-se por práticas colaborativas entre a equipe gestora e os docentes, visando à formação para a cidadania plena (Brasil, 2018).

A missão institucional foca no desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais, onde o professor atua como mediador da proposta pedagógica. Como postula Freire, o ambiente educativo deve ser preparado para que ensinar deixe de ser a transferência de

conhecimentos e passe a ser a criação de possibilidades para a sua própria produção. A amostra do estudo compreendeu 109 estudantes do segundo ano do Ensino Médio, grupo cuja faixa etária representa um estágio de transição para o exercício da responsabilidade ética e da intervenção consciente no mundo (Freire, 1996).

Em conformidade com os pressupostos da pesquisa participante, os estudantes colaboraram na coleta e classificação botânica, assumindo a posição de reais sujeitos da construção e reconstrução do saber ensinado (Freire, 1996). Tal caracterização revela um campo marcado pela heterogeneidade, exigindo mediação constante para garantir que o material potencialmente significativo se relacione de forma substantiva com a estrutura cognitiva do aprendiz (Ausubel, 2000).

6 METODOLOGIA

A presente investigação caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, fundamentada em uma abordagem qualitativa e orientada por objetivos exploratório-descritivos (Gil, 1999). O delineamento seguiu os pressupostos do estudo de campo, modalidade que permite a observação direta de fatos e fenômenos em seu ambiente natural, integrando a fundamentação teórica à interpretação da realidade empírica (Lakatos; Marconi, 2003).

A escolha pela abordagem qualitativa justifica-se pela natureza do objeto de estudo: a compreensão de processos de aprendizagem e a ressignificação de saberes ambientais, dimensões que envolvem significados e atitudes não reduzíveis à operacionalização de variáveis matemáticas (Minayo, 2002). Tal perspectiva permite que a investigação articule o problema prático à fundamentação teórica, explicitando relações dinâmicas entre a observação e a análise (Lakatos; Marconi, 2003).

Os participantes da pesquisa foram 109 estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual em Curvelo (MG), situada no domínio morfoclimático do Cerrado (Ab'Sáber, 2003). A amostra foi selecionada por critérios de conveniência, considerando a adequação do currículo de Geografia e Biologia para o ano letivo em curso (Lakatos; Marconi, 2003). A intervenção pedagógica estruturou-se em quatro etapas sequenciais de natureza interdisciplinar (Gil, 1999).

Na primeira, realizou-se o levantamento de conhecimentos prévios e a introdução conceitual ao Reino Plantae, visando estabelecer subsunçores para a aprendizagem significativa (Ausubel, 2000). Na segunda, aplicou-se a sala de aula invertida em Geografia para o estudo dos domínios morfoclimáticos, promovendo o engajamento autônomo (Silveira Junior, 2020). A terceira etapa consistiu em práticas de campo para coleta ética e montagem de herbários escolares (Gadelha Neto *et al.*, 2013). Por fim, ocorreu a socialização dos resultados em um processo dialógico de construção do saber (Freire, 1996).

Para a coleta de dados, utilizou-se a triangulação de instrumentos, visando conferir maior consistência interpretativa aos resultados. O principal instrumento foi a observação participante, realizada pelo professor-pesquisador, com foco em padrões de comportamento e interações dialógicas. Essa técnica estabelece uma relação direta com os observados, permitindo captar o significado dos gestos no contexto da prática pedagógica (Minayo, 2002).

Os registros foram consolidados sistematicamente em um diário de campo, ferramenta essencial para congregar as percepções e descobertas do investigador (Minayo, 2002). Adicionalmente, as avaliações escritas e os herbários produzidos foram analisados como fontes de documentação direta (Lakatos; Marconi, 2003). As avaliações escritas foram compostas por questões abertas relacionadas à identificação de espécies vegetais, à diferenciação entre plantas nativas e exóticas, à compreensão dos domínios morfoclimáticos brasileiros e à interpretação das adaptações observadas nas espécies coletadas.

A análise comparativa das respostas permitiu identificar indícios de avanço na utilização da nomenclatura científica e na articulação entre conceitos geográficos e biológicos, fornecendo elementos complementares para a interpretação dos resultados da intervenção pedagógica. Além disso, foram selecionadas falas representativas registradas no diário de campo, utilizadas como evidências qualitativas para ilustrar processos de aprendizagem, situações de conflito cognitivo e manifestações de curiosidade científica observadas durante o desenvolvimento das atividades.

Na fase de pré-análise, realizou-se a leitura flutuante dos registros de campo para identificar núcleos de sentido relacionados ao processo educativo (Minayo, 2002). A exploração do material permitiu o agrupamento de comportamentos e soluções criativas em categorias definidas *a priori* (Bardin, 2016). As categorias estabelecidas para análise foram: (a) Protagonismo Estudantil, verificada pela autonomia na resolução de problemas materiais; (b) Consciência Conservacionista, aferida pela relação entre flora local e tensões ambientais; e (c) Compreensão Interdisciplinar, avaliada pela integração de conceitos nas fichas descritivas (Lakatos; Marconi, 2003).

A interpretação buscou conferir um significado mais amplo às evidências, vinculando-as aos pressupostos teóricos da autonomia e da dialogicidade (Minayo, 2002). Em última instância, a objetificação dos processos observados garante o acesso às formas específicas do comportamento cognitivo superior (Vygotski, 1991). Assim, o rigor metodológico foi assegurado pela articulação entre a fundamentação teórica e um instrumental técnico capaz de encaminhar os desafios da prática (Minayo, 2002).

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados produzidos nesta investigação indicam que a confecção de herbários escolares

favoreceu a integração entre conteúdos de Geografia e Biologia para os estudantes participantes. A análise dos registros obtidos durante a intervenção sugere que a prática pedagógica ultrapassou a dimensão instrumental da catalogação botânica, favorecendo a compreensão do território a partir da realidade socioambiental do Cerrado mineiro.

Sob a perspectiva da aprendizagem significativa, observou-se que os estudantes passaram a estabelecer relações entre aspectos da morfologia vegetal, a identificação taxonômica das espécies e sua distribuição na paisagem local. As evidências registradas no diário de campo, nas avaliações escritas e nos herbários produzidos sugerem a mobilização de conhecimentos prévios para a incorporação de novos conceitos científicos, processo compatível com os pressupostos teóricos da aprendizagem significativa descritos por Ausubel (2000).

De acordo com o referencial adotado, essa ancoragem ocorreu de forma não arbitrária e substantiva em subsunçores da estrutura cognitiva prévia, oriundos da vivência cotidiana no bioma. Os registros produzidos durante a intervenção sugerem maior apropriação da linguagem científica, evidenciada pela transição do uso de nomes populares para a aplicação da nomenclatura binomial nas fichas de identificação. Nas atividades iniciais, predominavam denominações populares, como "café", "manga" e "eucalipto". Nas fichas finais dos herbários, observou-se o emprego de nomenclaturas científicas como *Coffea arabica*, *Mangifera indica* e *Eucalyptus sp.*, indicando maior familiaridade dos estudantes com os procedimentos de identificação taxonômica e com a linguagem científica própria da Botânica.

Os registros produzidos durante a intervenção sugerem avanços na apropriação da linguagem científica da Botânica, evidenciados pela substituição gradual de denominações populares por nomenclaturas científicas nas fichas dos herbários. Tal resultado reforça a interpretação de que a atividade contribuiu para a compreensão dos princípios básicos da classificação biológica e para a utilização de vocabulário científico mais adequado ao contexto escolar.

O protagonismo estudantil manifestou-se na autonomia demonstrada durante a resolução de problemas práticos na montagem das coleções botânicas. Tal autonomia relaciona-se à transição da curiosidade ingênua para a curiosidade epistemológica, processo caracterizado pelo aprofundamento da capacidade de questionamento, investigação e elaboração de explicações fundamentadas cientificamente (Freire, 1996). Além disso, a articulação com o mundo do trabalho foi operacionalizada no levantamento de custos, integrando o desenvolvimento do pensamento científico à resolução de problemas complexos (Brasil, 2018). Relativamente à sala de aula invertida, os resultados sugerem cautela pedagógica devido às desigualdades estruturais identificadas.

Embora a inversão possa qualificar o debate presencial, sua eficácia no ensino público está condicionada ao enfrentamento do abismo digital e do acesso tecnológico fora da escola. Sem uma

mediação docente que considere essas disparidades, a estratégia corre o risco de ampliar lacunas de aprendizagem em vez de as mitigar (Silveira Junior, 2020).

A identificação de espécies exóticas gerou um processo de diferenciação progressiva ao evidenciar que elementos onipresentes na paisagem não pertencem à flora nativa, desencadeando reflexões sobre a história da ocupação territorial (Ausubel, 2000). Esse estranhamento ficou evidente nas falas registradas no diário de campo durante as atividades de identificação botânica:

Estudante A: “Eu achava que o eucalipto era daqui porque tem em todo lugar, não sabia que era da Austrália.”

Estudante B: “Ué, as plantas têm sexo? Tem macho e tem fêmea?”

Estudante C: “O café veio da África? Uai, toda planta tem nome científico!”

Tais falas revelam o conflito cognitivo produtivo descrito por Ausubel (2000), pois o confronto entre a percepção cotidiana naturalizada e o conhecimento científico sistematizado favoreceu a problematização da realidade observada e o desenvolvimento de atitudes investigativas, aproximando-se da transição da curiosidade ingênua para a curiosidade epistemológica proposto por Freire (1996).

Em última instância, a objetivação desses processos observados garantiu o acesso às formas específicas do comportamento superior (Vygotski, 1991). Em conclusão, a integração entre taxonomia e leitura da paisagem demonstrou que o espaço geográfico funciona como um texto social a ser interpretado e ressignificado (Minayo, 2002).

Os resultados sugerem que o herbário escolar contribuiu para o desenvolvimento de reflexões socioambientais e para o fortalecimento de práticas investigativas entre os estudantes participantes. A experiência reafirma que o fortalecimento da autonomia requer uma mediação docente planejada e uma responsabilização compartilhada no processo de ensinar e aprender (Freire, 1996).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação desenvolvida sugere que a integração interdisciplinar entre Geografia e Biologia, mediada pela confecção de herbários escolares, constitui uma estratégia pedagógica relevante para o ensino de conceitos ambientais. Os resultados obtidos indicam que a articulação entre práticas investigativas e conteúdos disciplinares favoreceu o estabelecimento de relações entre os conhecimentos científicos abordados e a realidade vivenciada pelos estudantes.

Nesse contexto, observaram-se indícios de maior envolvimento discente com as atividades propostas e de ampliação da capacidade de interpretação crítica dos fenômenos socioambientais relacionados ao Cerrado local, em consonância com a perspectiva freireana de leitura do mundo (Freire, 1996). Do ponto de vista teórico, os resultados corroboram a relevância da interação entre

novas informações e conhecimentos prévios na construção da aprendizagem significativa (Ausubel, 2000).

A identificação de espécies nativas em contraste com plantas introduzidas desencadeou um processo de diferenciação progressiva, impulsionando a investigação das transformações históricas da paisagem (Ausubel, 2000). No contexto da experiência desenvolvida, o herbário configurou-se como um instrumento associado ao estímulo da curiosidade epistemológica e da alfabetização científica (Gadelha Neto *et al.*, 2013).

No plano metodológico, a utilização da sala de aula invertida qualificou o debate presencial, contudo, a autonomia discente não deve ser confundida com espontaneidade desassistida. A aplicação de abordagens ativas exige uma mediação planejada e uma responsabilização compartilhada, garantindo que as desigualdades de acesso não se transformem em exclusão pedagógica (Silveira Junior, 2020).

Os resultados obtidos indicam que a articulação interdisciplinar entre conteúdos científicos e experiências cotidianas pode favorecer o interesse dos estudantes pelas atividades propostas (Brasil, 2018). Entretanto, aponta-se como limitação a dependência tecnológica da inversão pedagógica, que pode ampliar o abismo digital no contexto do ensino público (Silveira Junior, 2020).

Para estudos futuros, recomenda-se a realização de investigações longitudinais que avaliem a retenção e a estabilidade dos novos significados a longo prazo (Ausubel, 2000). Os achados da pesquisa evidenciam que o herbário escolar possibilita a articulação entre teoria e prática no processo de ensino-aprendizagem, consolidando-se como uma estratégia pedagógica relevante para a promoção da educação ambiental crítica.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Trad.: Lígia Teopisto. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

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

CAMPOLI, Jéssica Suarez; STIVALI, Matheus. Custo social do desmatamento nos biomas brasileiros. **Texto para Discussão**, Brasília, n. 2842, jan. 2023. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10419/284898>. Acesso em: 5 maio 2024.

CASTRO, Selma Simões de; QUEIROZ NETO, José Pereira de. Soil Erosion in Brazil from Coffee to the Present-day Soy Bean Production. *In*: LATRUBESSE, E. **Natural hazards and human-exacerbated disasters in Latin America: Special Volumes of Geomorphology**. Great Britain: Elsevier Science & Technology, 2009. p. 195-221.

COUTINHO, Leopoldo Magno. **Biomias brasileiros**. 1ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

FAZENDA, Ivani C. Arantes. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 11. ed. Campinas, SP: Papirus, 2003.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GADELHA NETO, Pedro da Costa *et al.* **Manual de procedimentos para herbários**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2013. Disponível em: https://herbariomfs.uepa.br/wp-content/uploads/tainacan-items/487231/494151/Manual_Herbario.pdf. Acesso em: 18 abr. 2024.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

LUNA, Fernando J.. Sobre um herbário ilustrado do início da Era Moderna traduzido para o português: o livro História das plantas, de João Vigier. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 219-234, dez. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.53727/rbhc.v9i2.163>. Acesso em: 18 abr. 2024.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS-DA-SILVA, Regina Célia Viana *et al.* **Noções Morfológicas e Taxonômicas para Identificação Botânica**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121837/1/LivroIdentificacaoBotanica.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2024.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

MORAN, José. **Metodologias ativas de bolso: como os alunos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda**. São Paulo: Editora do Brasil, 2019.

SILVEIRA JUNIOR, Carlos Roberto da. **Sala de aula invertida: por onde começar?**. Goiás: IFG, 2020. Disponível em: [https://www.ifg.edu.br/attachments/article/19169/Sala%20de%20aula%20invertida_%20por%20onde%20come%C3%A7ar%20\(21-12-2020\).pdf](https://www.ifg.edu.br/attachments/article/19169/Sala%20de%20aula%20invertida_%20por%20onde%20come%C3%A7ar%20(21-12-2020).pdf). Acesso em: 23 abr. 2024.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

Submetido em 09 de janeiro de 2026

Aprovado em 23 de junho de 2026



Este artigo está licenciado sob a Creative Commons Attribution 4.0 License.