

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E GEOCIÊNCIAS NA BACIA CAPIXABA DO RIO DOCE

Bianca Pereira das Neves ¹
Carlos Roberto Pires Campos ²

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Rio Doce, localizada nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, apresenta um histórico de transformações decorrentes da ação humana desde o século XVII, agravadas pelo rompimento da barragem de Fundão, em 2015. Para estudar alguns matizes das características geológicas e geomorfológicas da bacia do rio Doce, foi ofertada a disciplina “Bacia do Rio Doce: aspectos geológicos e geomorfológicos”, nos cursos de pós-graduação do Projeto Rio Doce Escolar, para a formação continuada de educadores ambientais. Este artigo analisa as contribuições pedagógicas decorrente da oferta dessa disciplina. Trata-se de uma pesquisa participante de natureza qualitativa da qual participaram pesquisadores, professores e comunidades escolares na construção colaborativa de propostas pedagógicas no campo da educação ambiental, integradas às realidades locais. A disciplina articulou atividades teóricas e aulas de campo na planície aluvionar do Rio Doce, mobilizando 67 cursistas dos municípios da bacia. As práticas de campo favoreceram a apropriação de conceitos geocientíficos e a identificação de vulnerabilidades socioambientais, especialmente relacionadas a riscos naturais, infraestrutura urbana e saneamento. O diagnóstico geoambiental desenvolvido pelos grupos de trabalho permitiu conectar ciência, território e prática docente, fortalecendo a alfabetização geocientífica e o protagonismo dos educadores. Os resultados evidenciaram o potencial formativo dos espaços de educação não formal do rio Doce na promoção de uma consciência ambiental, capaz de articular conhecimento científico, saberes locais e ações pedagógicas voltadas à sustentabilidade e à transformação social nas comunidades escolares do Baixo Rio Doce..

Palavras-chave: Bacia do Rio Doce, Aulas de campo, Geociências, Educação Ambiental.

INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Doce integra a região hidrográfica do Atlântico Sudeste, possuindo nascentes localizadas nas serras da Mantiqueira e do Espinhaço, no Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, e formando um delta no município de Linhares, no Espírito Santo (IBGE, 2022). Com aproximadamente 86 mil km² de extensão, constitui um território complexo do ponto de vista geográfico e ambiental, marcado por intensos processos históricos de ocupação e uso do solo. Desde o século

¹ Doutoranda do Curso de Educação em Ciências e Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo - IFES, biancapereiraneves@gmail.com;

² Doutor em História Social da Cultura pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, carlosr@ifes.edu.br;



XVII, as dinâmicas de exploração mineral, extrativismo vegetal e expansão agropecuária configuraram um modelo de desenvolvimento baseado na apropriação contínua dos recursos naturais (Espindola, 2005). Como destaca Lanna (1995), a bacia hidrográfica é uma unidade natural de planejamento e gestão onde se manifestam tanto os múltiplos usos da água quanto os conflitos socioambientais decorrentes das atividades humanas.

A industrialização e a urbanização que se intensificaram ao longo do século XX (Espindola, 2005) ampliaram a demanda energética e levaram à construção de barragens e hidrelétricas, provocando alterações significativas nas paisagens naturais decorrente da mudança provocada pelo transporte de sedimentos nas águas do rio Doce (Coelho, 2008). A retirada da vegetação nativa e a expansão de áreas urbanas e agrícolas acentuaram processos erosivos e o assoreamento dos cursos d'água, especialmente nas planícies aluvionares e tabuleiros litorâneos do Baixo Rio Doce. Tais processos reduziram a capacidade de drenagem dos rios da bacia e aumentaram a frequência de inundações e deslizamentos, agravando as vulnerabilidades socioambientais regionais.

O episódio mais crítico dessa trajetória ocorreu em 5 de novembro de 2015, com o rompimento da barragem de rejeitos da mineradora Samarco/Vale/BHP, em Mariana/MG— evento que liberou cerca de 50 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração os quais percorreram mais de 600 km até desaguar no oceano Atlântico, em Regência (IBAMA, 2015). Considerado o maior desastre socioambiental do país, o rompimento evidenciou os limites de um modelo de desenvolvimento insustentável e seus impactos sobre ecossistemas e comunidades.

As ações de mitigação e reparação decorrentes do desastre foram estabelecidas pelo Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC, 2016), que originou diversos programas coordenados pela Fundação Renova. Entre eles, destaca-se o Programa de Educadores para a Revitalização da Bacia do Rio Doce (PG33), voltado à promoção de práticas formativas para a recuperação ambiental e o fortalecimento do protagonismo comunitário.

No âmbito desse programa, foi instituído o Projeto Rio Doce Escolar, cujo propósito é promover a formação de professores da educação básica em Educação Ambiental, com ênfase nas realidades socioambientais locais e na valorização dos territórios impactados pelo rompimento da barragem de Fundão. O projeto busca articular saberes científicos e práticas pedagógicas contextualizadas, contribuindo para a construção de consciência ambiental dos atores escolares das escolas da área da bacia.



A Educação Ambiental, nesse sentido, constitui um campo epistemológico e pedagógico que ultrapassa a simples transmissão de informações sobre o meio ambiente, assumindo um papel político e emancipador no enfrentamento das contradições socioambientais contemporâneas. Conforme Tozoni-Reis (2002), trata-se de um processo permanente de formação humana voltado à transformação das relações sociais e produtivas que geram desigualdades e degradação ambiental. Nessa



perspectiva, educar ambientalmente implica criar condições para que os sujeitos compreendam criticamente a realidade em que vivem, participem de decisões coletivas e assumam o compromisso ético com a sustentabilidade e a justiça socioambiental.

Trein (2012), complementa essa visão ao defender que a Educação Ambiental deve articular saberes científicos, culturais e populares em um processo dialógico e participativo, no qual o território é compreendido como um espaço de produção de sentidos e de reconstrução de identidades. Essa abordagem converge com a perspectiva de Morin e Kern (2003), que propõem a transdisciplinaridade como princípio integrador da complexidade dos fenômenos naturais e sociais, possibilitando a construção de uma educação contextualizada e voltada à formação para a cidadania planetária.

No contexto do Projeto Rio Doce Escolar, tal concepção adquire especial relevância, uma vez que a bacia hidrográfica do Rio Doce é um território historicamente marcado por conflitos ambientais, desigualdades sociais e práticas econômicas predatórias. O rompimento da barragem de Fundão (Mariana/MG, 2015) evidenciou as consequências de um modelo de desenvolvimento descolado dos princípios da sustentabilidade. Assim, compreender criticamente esse território por meio da educação demanda integrar dimensões científicas, históricas e culturais na formação dos professores, estimulando-lhes a leitura do espaço vivido como objeto de investigação.

As práticas pedagógicas realizadas fora do espaço escolar tradicional — como as aulas de campo — vêm ganhando destaque por ampliarem as possibilidades de aprendizagens e valorizarem os saberes locais. Gohn (2010) define os espaços não formais como ambientes dinâmicos de aprendizagem, nos quais ocorrem interações sociais, trocas de experiências e construção de significados que complementam o ensino formal. Jacobucci (2008) distingue esses espaços em institucionalizados (como museus, jardins botânicos, parques, centros de ciência) e não institucionalizados (como margens de rios, praças, áreas rurais ou urbanas), destacando seu potencial de diálogo entre ciência e o cotidiano.

Essa relação entre espaço, território e educação é aprofundada por Santos (2006), ao compreender o espaço geográfico como um sistema indissociável de objetos e ações, em que materialidade e intencionalidade se entrelaçam. O território, nesse sentido, é o espaço apropriado pelos sujeitos, dotado de valores simbólicos, identitários e políticos. Assim, quando práticas de Educação Ambiental se realizam em espaços não formais, ela favorece a territorialização do conhecimento e o fortalecimento do vínculo entre escola,



meio ambiente e comunidade, aspectos fundamentais para o processo formativo de professores comprometidos com a realidade local.

A metodologia das aulas de campo, nesse contexto, foi utilizada para articular teoria e prática, ciência e realidade, permitindo aos cursistas o contato direto com os aspectos geológicos e geomorfológicos, bem como as problemáticas ambientais associadas. Conforme Compiani e Carneiro (1993), as excursões geológicas — precursoras das aulas de campo em Geociências — assumem diferentes papéis didáticos, variando entre ilustrativos, indutivos, motivadores, treinadores e investigativos, conforme os objetivos pedagógicos. O campo, portanto, na perspectiva da prática aqui explicitada, serviu como espaço para uma excursão geológica investigativa, na qual transcorreram ações de observação, problematização e experimentação, favorecendo a construção coletiva do conhecimento.

Sob a ótica da complexidade de Morin (2000), compreender o que se observa em campo exige situar dados e experiências no contexto e no todo a que pertencem. O conhecimento ganha sentido quando se reconhece a inter-relação entre as partes e a totalidade, a multidimensionalidade dos fenômenos e o caráter interdependente das dimensões naturais, sociais e culturais. A análise do contexto do Baixo Rio Doce realizada pelos participantes da disciplina explicitou as relações entre os processos naturais (erosão, sedimentação, dinâmica fluvial) e as intervenções antrópicas (mineração, obras de engenharia), desenvolvendo uma leitura sistêmica do espaço.

METODOLOGIA

Esta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa de cunho interpretativo, voltada à compreensão dos significados atribuídos pelos participantes às suas vivências formativas. Tal escolha metodológica se justifica pela natureza da investigação, que analisa as contribuições pedagógicas decorrentes da oferta da disciplina “*Bacia do Rio Doce: Aspectos Geológicos e Geomorfológicos*” como espaço de formação de educadores ambientais. A pesquisa se insere no contexto do Projeto Rio Doce Escolar, articulando ensino, pesquisa e extensão sob a perspectiva da pesquisa participante, na qual o pesquisador atua como mediador e coautor dos processos formativos, em diálogo com professores cursistas e comunidades escolares.

A disciplina integrou a matriz curricular dos cursos AMEA (Aperfeiçoamento em Metodologias de Educação Ambiental) e EEAE (Especialização em Educação



Ambiental Escolar), ofertados pelo Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), em parceria com órgãos estaduais e municipais. Com carga horária de 25 horas, foi ministrada na plataforma Moodle (versão 3.9), em formato semipresencial, entre junho e agosto de 2023. O percurso formativo foi estruturado em duas etapas complementares: a primeira, de caráter diagnóstico, consistiu na realização de levantamentos geoambientais pelas equipes escolares (Grupos de Trabalho – GTs), cujos resultados subsidiaram as discussões teóricas e o planejamento da segunda etapa; e a segunda, correspondente às aulas de campo, desenvolvidas posteriormente nas planícies aluvionares do Rio Doce, em Colatina/ES, voltadas à observação e análise *in situ* dos processos geológicos e geomorfológicos abordados na fase teórica.

Os dados analisados nesta pesquisa derivam das postagens realizadas pelos cursistas na plataforma Moodle, especialmente nos fóruns de discussão, nos relatórios diagnósticos e nas atividades avaliativas vinculadas às etapas da disciplina. O processo avaliativo envolveu também a elaboração de grelhas de observação e de relatórios reflexivos pós-campo, que permitiram examinar avanços na aprendizagem e percepção ambiental dos participantes. O recorte analítico concentrou-se nas produções de 67 cursistas do município de Colatina/ES, vinculados a 15 escolas públicas da região.

A coleta de dados foi realizada mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em conformidade com os princípios éticos da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. A análise interpretativa privilegiou as dimensões formativas e reflexivas da disciplina, buscando compreender as relações pedagógicas entre teoria e prática, a valorização dos espaços de educação não formal e a apropriação das temáticas geocientíficas pelos educadores. Dessa forma, a oferta da disciplina consolidou-se como eixo estruturante da pesquisa, articulando formação docente, investigação científica e compreensão socioambiental do Baixo Rio Doce.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A disciplina ofertada aos cursos de AMEA e do EEAE, foi ofertada na modalidade semipresencial. Na plataforma Moodle, os cursistas exploraram fundamentos geológicos e geomorfológicos por meio de mapas conceituais elaborados no Cmap Cloud, podcasts e vídeos curtos, que introduziram conceitos-chave sobre a dinâmica da Terra e a configuração do relevo regional. Em seguida, no espaço escolar, foram desenvolvidas atividades diagnósticas geoambientais em grupos de trabalho (GTs).



formados por cursistas vinculados à mesma unidade escolar. Essas ações configuraram um processo de alfabetização geocientífica situada, no qual a leitura crítica do território escolar possibilitou compreender as relações entre ambiente, ocupação e vulnerabilidade. Essa etapa precedeu às aulas de campo, que aprofundaram as análises e promoveram o diálogo entre o conhecimento científico e o contexto local. Tais intervenções dialogam diretamente com a perspectiva de Educação Ambiental, que, conforme Tozoni-Reis (2002) e Trein (2012), propõe a superação do informativismo e a articulação entre saberes científicos e ação transformadora.

Considerando os objetos de estudo da disciplina, no campo da Geologia foram abordados temas como a origem da Terra, estrutura interna, tempo geológico e ciclos litológicos, articulados ao contexto do Baixo Rio Doce, marcado por escudos cristalinos e metassedimentos pré-cambrianos, além da presença da Formação Barreiras e de depósitos quaternários. Já na Geomorfologia Fluvial, exploraram-se a hidrodinâmica, os perfis longitudinais e transversais, o formato da calha, o transporte e a deposição de sedimentos, buscando uma leitura processual da formação das planícies aluvionares, para entender os padrões de cheias e estiagens e das feições observáveis *in situ*. Essa arquitetura didática antecipou conceitos e linguagens necessários à elaboração dos prognósticos ambientais das unidades escolares, fortalecendo a conexão entre ciência, território e prática docente — o que se revelou fundamental para a etapa seguinte de campo.

Os diagnósticos geoambientais realizados pelos cursistas em 15 escolas públicas de Colatina/ES — majoritariamente situadas na zona urbana — produziram um panorama detalhado das condições socioambientais locais. As informações foram sistematizadas em quatro categorias analíticas: Riscos Ambientais, Infraestrutura Urbana e Escolar, Gestão de Resíduos e Saneamento e Responsabilidade Socioambiental. Essa classificação permitiu compreender o contexto geográfico e social das comunidades escolares à luz dos referenciais das Geociências e da Educação Ambiental Crítica.

a) Riscos Ambientais

Na categoria Riscos Ambientais, verificou-se que 80% das escolas não estão em áreas inundáveis, mas 20% declararam risco direto de alagamentos e 60% relataram já ter vivenciado desastres; 55% apresentaram cicatrizes de deslizamentos e erosões no entorno. Esses dados revelam a vulnerabilidade da população escolar a fenômenos hidrogeomorfológicos, especialmente nos bairros Bela Vista, São Judas Tadeu, Santa



Margarida e Colatina Velha, localizados em áreas de declividade acentuada e com drenagem deficiente, no município de Colatina-ES.

À luz de Morin (2003), essa realidade expressa a natureza multidimensional das dinâmicas territoriais, nas quais fatores físicos, sociais e históricos se inter-relacionam em teias de interdependência. Assim, o diagnóstico permitiu que os cursistas discutissem com seus alunos a origem antrópica dos riscos, compreendendo que eles não decorrem apenas de processos naturais, mas de interações entre uso do solo, planejamento urbano insuficiente e vulnerabilidade social — uma leitura coerente com as proposições de Trein (2012) e Tozoni-Reis (2002) sobre o vínculo entre conhecimento científico e realidade vivida.

b) Infraestrutura Urbana e Escolar

Na dimensão Infraestrutura, observou-se que 53% das escolas apresentam obstrução de drenagem, 67% possuem áreas com potencial de infiltração e apenas 40% contam com sistemas de drenagem pluvial adequados, revelando um gargalo estrutural crítico. A restrição da calha fluvial por edificações foi identificada em 27% das localidades, ampliando o risco de transbordamentos. Esses resultados evidenciam a fragilidade das políticas de ordenamento urbano e a desconexão entre infraestrutura e planejamento territorial — o que Morin (2005) interpreta como perda da visão de conjunto, ao separar o urbano do natural e o técnico do humano. Ao mobilizar mapas altimétricos, imagens de satélite e diagnósticos de campo, a disciplina reconectou essas dimensões, permitindo aos professores visualizar a cidade como um sistema geoambiental (Compiani & Carneiro, 1993), no qual relevo, drenagem e ocupação do solo se inter-relacionam de forma sistêmica.

c) Gestão de Resíduos e Saneamento

Na categoria Gestão de Resíduos e Saneamento, observou-se um contraste entre avanços institucionais e práticas escolares. Embora todas as escolas reconheçam a coleta seletiva municipal de lixo e 93% relatem acesso ao serviço de “cata-treco” e aos aterros sanitários, apenas 20% demonstraram aderência efetiva à logística reversa e ao manejo de resíduos perigosos. Além disso, persistem lançamentos de esgoto a céu aberto em áreas próximas às escolas, como no entorno da Escola Antônio Nicchio, em Colatina-ES, o que revela o descompasso entre políticas públicas e realidade cotidiana. Essa constatação reforça as análises de Tozoni-Reis (2002), ao evidenciar que a educação ambiental deve superar a distância entre discurso e prática, transformando o conhecimento em ação socioambiental concreta. O reconhecimento do papel da escola



como nó articulador de informação e vigilância cidadã demonstra o potencial da formação docente em promover o engajamento comunitário e a corresponsabilidade ambiental.

d) Responsabilidade Ambiental

A categoria Responsabilidade Ambiental evidenciou que a disciplina possibilitou transcender o aprendizado conceitual promovendo uma formação ética e participativa. As rodas de conversa realizadas pelos cursistas com moradores revelaram uma compreensão ampliada sobre a relação entre território e ambiente, ao resgatar memórias sobre o Córrego São Vicente — localizado na área urbana de Colatina-ES — e denunciar o agravamento da degradação ambiental decorrente da impermeabilização do solo e da ausência de planejamento urbano. Esse diálogo entre saberes acadêmicos e comunitários reforçou o papel da escola como espaço de mediação e corresponsabilidade socioambiental. Segundo a concepção de complexidade, (Morin, 2003), os cursistas foram provocados a reconhecer a interdependência entre fatores ecológicos, sociais e culturais, compreendendo o território como um sistema vivo e dinâmico, onde o agir ético é indissociável do conhecimento científico.

O uso de ferramentas digitais, como Google Earth/Maps e bases cartográficas, fortaleceu competências de geolocalização, leitura espaço-temporal e argumentação com evidências, reduzindo a distância entre os conteúdos curriculares e a materialidade dos problemas ambientais. Dessa forma, na replicação das práticas escolares, pode-se constatar a transposição didática para a mesma interface na Educação Básica e avança na compreensão conscienciosa do território.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

À luz dos resultados apresentados, é possível afirmar que o objetivo desta pesquisa foi alcançado a partir de três eixos integrados. Primeiro, a disciplina promoveu uma alfabetização geocientífica situada, ao articular mapas conceituais, podcasts e cartografias que dialogaram diretamente com a paisagem local. Essa abordagem permitiu que os docentes reconhecessem e interpretassem processos geológicos e geomorfológicos — como os hidrossedimentares, erosivos e morfodinâmicos — traduzindo-os em categorias operacionais de diagnóstico voltadas à leitura e interpretação do território.



Segundo o prognóstico ambiental consolidou-se como uma ponte entre o conhecimento científico e o contexto escolar, ao transformar a vizinhança da escola, as margens dos córregos e as planícies de inundação em objetos de estudo e investigação pedagógica. Esses espaços, tradicionalmente vistos como externos à escola, foram ressignificados como espaços de educação não formal, legitimados como campos de investigação, para leitura crítica e tomada de decisão socioambiental, ampliando o papel do professor como intermediador entre ciência e comunidade.

Terceiro, os resultados advindos do diagnóstico retroalimentaram a prática pedagógica, sendo incorporados às atividades de intervenção pedagógica realizada nas escolas participantes — as Propostas Pedagógicas Aplicadas (PPAs) — junto aos estudantes da educação básica, desenvolvidas no âmbito do Projeto Rio Doce Escolar. Nessas práticas, os problemas socioambientais identificados deixaram de ser apenas reconhecidos para se tornarem temas geradores de ação educativa, integrando o currículo escolar de forma interdisciplinar e contextualizada. As atividades de intervenção elaboradas a posteriori abordaram temáticas geoambientais, materializando o planejamento de sequências investigativas e colaborativas, nas quais estudantes da educação básica também avançaram na consolidação de ações em favor da sustentabilidade.

AGRADECIMENTOS

A presente pesquisa foi realizada com o aporte financeiro do Projeto Rio Doce Escolar, a partir de um convênio entre Ifes, Facto e Secretaria Estadual de Recuperação do Rio Doce (Processo Ifes 23187.004561/2022-66) em parceria com a Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo e Secretaria de Educação do Municipal de Colatina -ES.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. *Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.*

Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos.

Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jun. 2013.

COELHO, André Luiz Nascentes. Geomorfologia fluvial de rios impactados por barragens. **Caminhos de Geografia**, v. 9, n. 26, p. 16-32, 2008.

COMPANI, José Manuel de; CARNEIRO, Celso Dal Ré. *Excursões geológicas como instrumento didático*. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**, 37., 1993, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: SBG, 1993. p. 154–163.



- COMPANI, José Manuel de. *A geologia e a escola: o lugar das geociências na educação básica*. Campinas: Unicamp, 2007.
- ESPINDOLA, Haroldo Silva. *Processos de urbanização e impactos ambientais no vale do Rio Doce*. Viçosa: UFV, 2005.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GOHN, Maria da Glória. *Educação não formal e cultura política: impactos sobre o associativismo no terceiro setor*. São Paulo: Cortez, 2010.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Lauda técnico preliminar: desastre ambiental em Mariana – MG*. Brasília: IBAMA, 2015.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Regiões hidrográficas do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.
- JACOBUECCI, Daniela Franco Carvalho. *Espaços não formais de educação científica: um estudo sobre o potencial pedagógico de museus e centros de ciências*. Campinas: Unicamp, 2008.
- LANNA, Antônio Eduardo. *Gestão das águas no Brasil: fundamentos e práticas*. Brasília: ANA, 1995.
- LONGAREZI, Andréa Maturano; SILVA, Aline Telles. *Pesquisa-formação: o professor como sujeito e autor de sua prática*. In: LONGAREZI, Andréa Maturano; PUENTES, Roberto Valdés (orgs.). *Pesquisa-formação: a reinvenção da escola e da formação de professores*. Uberlândia: EDUFU, 2013. p. 57–76.
- MORIN, Edgar. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. 4. ed. São Paulo: Cortez; UNESCO, 2000.
- MORIN, Edgar. *Introdução ao pensamento complexo*. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2003.
- MORIN, Edgar; KERN, Anne Brigitte. *Terra-pátria*. 6. ed. Porto Alegre: Sulina, 2003.
- SANTOS, Milton. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2006.
- TOZONI-REIS, Marília Ferreira. *Educação ambiental: da prática à teoria*. Campinas: Papirus, 2002.
- TREIN, Elizabete. *Educação ambiental crítica: fundamentos e práticas*. Porto Alegre: Mediação, 2012.

