

EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA NO ENSINO MÉDIO: ANÁLISE DE RELATÓRIOS EXPERIMENTAIS

Critical Environmental Education in High School: Analysis of Experimental Reports

Bruna Gonçalves de Moura¹

Instituto Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

Marcelo Franco Leão²

Instituto Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, MT, Brasil

Resumo

O artigo, derivado de uma dissertação de mestrado, analisa relatórios experimentais produzidos por estudantes do 2º ano do Ensino Médio do IFMT durante uma sequência didática sobre poluição atmosférica e variação de pH. O objetivo foi compreender como as turmas 2ºA e 2ºB mobilizaram conceitos científicos, refletiram sobre questões ambientais e integraram práticas pedagógicas interdisciplinares sob a perspectiva da Educação Ambiental crítica. Foram examinados o roteiro experimental “Observação de Mudanças de pH com Indicador Natural ou Fenolftaleína” e os relatórios finais de ambas as turmas. A análise evidenciou que a turma 2ºA apresentou descrições mais superficiais, enquanto a 2ºB demonstrou maior profundidade conceitual e contextualização socioambiental. Fundamentada em referenciais da Educação Ambiental crítica e da epistemologia da ciência, a interpretação ressaltou a importância da proposta pedagógica para a formação de sujeitos críticos, reflexivos e comprometidos com a sustentabilidade.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Ensino de Química. Poluição Atmosférica. Relatórios Experimentais.

Abstract

This article, drawn from a master's dissertation, analyzes experimental reports produced by second-year high school students at the Federal Institute of Mato Grosso (IFMT) during a didactic sequence on air pollution and pH variation. The study aimed to understand how classes 2A and 2B mobilized scientific concepts, reflected on environmental issues, and

¹ Instituto Federal de Mato Grosso; Centro de Ensino; Programa de Pós-Graduação em Ensino).

Bruna Gonçalves de Moura é mestranda em Ensino pelo IFMT e graduada em Química pela UFMT, com especializações em áreas ambientais e pedagógicas. Atua como professora na EJA e tutora em cursos técnicos, com foco em práticas laboratoriais e Educação Ambiental Crítica. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4347208650622450>
E-mail: mourabruna223@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7819-5820>

² Instituto Federal de Mato Grosso; Centro de Ensino; Programa de Pós-Graduação em Ensino)

Dr. Marcelo Franco Leão, no em Ensino e Educação de Ciências, atua como professor, pesquisador e coordenador acadêmico no IFMT no Campus de Rondonópolis, com experiência em ensino, comunicação e tecnologias educacionais. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6237242675937692> E-mail: marcelo.leao@ifmt.edu.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9184-916X>





integrated interdisciplinary pedagogical practices within the framework of critical Environmental Education. The analysis examined three key documents: the experimental guide titled Observation of pH Changes with Natural Indicator or Phenolphthalein and the final reports of both classes. Results revealed that class 2A presented more descriptive and superficial records, while class 2B demonstrated greater conceptual depth and socio-environmental contextualization. Grounded in theoretical references from critical Environmental Education and the epistemology of science, the interpretation highlighted the pedagogical proposal's relevance for fostering critical, reflective, and sustainability-oriented learners committed to social and environmental transformation.

Keywords: Environmental Education. Chemistry Teaching. Air Pollution. Experimental Reports.

1 Introdução

A Educação Ambiental (EA), em uma perspectiva crítica, constitui-se como um campo de saberes e práticas voltado não apenas para a sensibilização ecológica, mas também para a compreensão das relações de poder, de produção e de consumo que estruturam a sociedade contemporânea. Longe de se restringir a campanhas pontuais ou a atividades de caráter ilustrativo, a EA crítica busca promover a leitura do mundo, articulando dimensões científicas, éticas, políticas e culturais na formação dos sujeitos (Freire, 1996; Gadotti, 2000; Guimarães, 2004). Nesse sentido, o espaço escolar emerge como um território privilegiado para a construção coletiva de conhecimentos que possibilitem a análise das problemáticas socioambientais em sua complexidade, estimulando a responsabilidade cidadã e a transformação social.

No contexto brasileiro, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece a Educação Ambiental como tema transversal, ressaltando a necessidade de integrá-la a diferentes componentes curriculares, em especial às Ciências da Natureza. Essa diretriz reforça o papel da escola na promoção de aprendizagens que relacionem os conceitos científicos com situações concretas da vida cotidiana e com os desafios ambientais locais e globais (Brasil, 2018). A inserção da temática ambiental no Ensino Médio, portanto, não pode se restringir a conteúdos descontextualizados, mas deve se articular a práticas pedagógicas significativas, que despertem nos estudantes a capacidade crítica e reflexiva diante das questões socioambientais.





No âmbito da Química escolar, a abordagem da poluição atmosférica representa uma oportunidade privilegiada de promover essa articulação. Trata-se de um fenômeno diretamente relacionado à vida cotidiana, às dinâmicas urbanas e às mudanças climáticas globais, cuja compreensão exige a mobilização de conceitos como reações químicas, pH, acidez e basicidade. Ao mesmo tempo, o tema suscita discussões éticas e políticas sobre o modelo de desenvolvimento baseado no uso intensivo de combustíveis fósseis e sobre a responsabilidade coletiva em torno da sustentabilidade (Boff, 2012; Leff, 2012). Assim, trabalhar a poluição atmosférica em sala de aula possibilita tanto o aprendizado científico quanto o exercício da cidadania crítica.

É nesse cenário que se insere a presente pesquisa, recorte de uma dissertação de mestrado em andamento, que busca analisar os relatórios experimentais elaborados por estudantes do 2º ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), após a realização de um experimento sobre variação de pH associado à temática da poluição atmosférica. O trabalho parte da convicção de que a produção de relatórios científicos escolares constitui uma prática de grande potencial formativo, pois estimula o registro sistemático, o raciocínio lógico e a comunicação científica, ao mesmo tempo em que pode ser espaço de reflexão crítica sobre as problemáticas ambientais.

O problema que orienta este estudo pode ser sintetizado na seguinte questão: de que forma a elaboração de relatórios experimentais pode favorecer a compreensão crítica de questões socioambientais no Ensino Médio? A investigação se justifica na medida em que, embora a experimentação esteja presente nas aulas de Ciências e Química, muitas vezes ela se limita a práticas demonstrativas ou meramente ilustrativas, sem aprofundar o diálogo com os desafios ambientais contemporâneos (Carvalho, 2012; Loureiro, 2012). Além disso, a análise comparativa entre turmas distintas permite compreender como diferentes grupos de estudantes se apropriam dos conceitos e como a mediação docente influencia no processo.

Assim, o objetivo central deste artigo é analisar comparativamente os relatórios produzidos pelas turmas 2ªA e 2ªB, identificando suas convergências,





divergências e potencialidades no que se refere à articulação entre conceitos científicos e problemáticas socioambientais. Para tanto, a fundamentação teórica mobiliza aportes da epistemologia da ciência (Bacon, 1620; Descartes, 1637) e da Educação Ambiental crítica (Freire, 1996; Boff, 2012; Leff, 2012; Guimarães, 2004; Loureiro, 2012), bem como reflexões sobre os saberes docentes (Tardif, 2002; Pimenta; Lima, 2011).

Ao integrar essas perspectivas, busca-se evidenciar que a prática experimental, quando conduzida de forma contextualizada e dialógica, pode contribuir para a formação de estudantes críticos, reflexivos e comprometidos com a sustentabilidade, reafirmando o papel da escola como espaço de emancipação e transformação social. Além disso, essa abordagem favorece a articulação entre saberes formais e experiências cotidianas, permitindo que os alunos estabeleçam conexões entre conceitos científicos abstratos e os problemas ambientais que os cercam. Essa integração fortalece a capacidade de análise crítica, estimula a tomada de decisões conscientes e promove a construção de uma consciência ética, na qual a ciência deixa de ser apenas um conjunto de procedimentos técnicos e passa a ser uma ferramenta para compreender, intervir e transformar a realidade socioambiental.

2 Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de caráter exploratório e interpretativo, conforme a abordagem proposta por Minayo (2001) e Flick (2009), que compreendem a investigação qualitativa como um processo voltado à interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos às suas práticas sociais. Essa opção metodológica se justifica pelo fato de que o estudo não buscou quantificar resultados, mas compreender como os estudantes construíram sentidos e registraram suas aprendizagens por meio da elaboração de relatórios experimentais. Assim, mais do que medir desempenho, a análise pretendeu captar indícios de reflexão crítica, de apropriação conceitual e de articulação entre ciência e realidade socioambiental.





O campo empírico da pesquisa foi uma instituição federal de ensino localizada na cidade de Cuiabá, Mato Grosso, onde se desenvolveu, em 2024, uma sequência didática (SD) voltada ao estudo da poluição atmosférica a partir da variação de pH em soluções aquosas. Participaram da experiência aproximadamente 25 estudantes do 2º ano do Ensino Médio, distribuídos em duas turmas: 2ºA e 2ºB. Os sujeitos foram convidados a elaborar relatórios escritos após a realização de um experimento químico, o que permitiu a produção de materiais ricos para análise documental.

A SD foi estruturada em etapas articuladas, envolvendo: (i) problematização inicial sobre os impactos da poluição atmosférica no cotidiano local, considerando questões como queimadas, tráfego de veículos e atividades industriais; (ii) contextualização teórica sobre conceitos de acidez, basicidade, indicadores naturais e variação de pH; (iii) realização do experimento intitulado Observação de Mudanças de pH com Indicador Natural ou Fenolftaleína; (iv) registro das observações e análise dos resultados pelos estudantes; e (v) produção dos relatórios finais em grupos. Essa organização visou integrar o conhecimento científico aos problemas socioambientais, em consonância com a perspectiva freiriana de que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar condições para sua construção (Freire, 1996).

O experimento consistiu em preparar soluções com indicadores (repolho roxo ou fenolftaleína) e submetê-las à ação de substâncias ácidas e básicas, simulando reações associadas à liberação de gases poluentes. Os estudantes observaram as mudanças de coloração, registraram suas interpretações e discutiram os fenômenos à luz das explicações químicas e dos impactos ambientais relacionados, como a formação da chuva ácida. A escolha por um experimento de baixo custo e fácil execução dialoga com a realidade das escolas públicas brasileiras e com a necessidade de promover práticas investigativas acessíveis, capazes de despertar a curiosidade científica e o senso crítico.

Para fins analíticos, foram selecionados três documentos centrais: (i) o roteiro experimental entregue aos alunos como guia para a prática; (ii) o relatório final elaborado pela turma 2ºA; e (iii) o relatório final elaborado pela turma 2ºB. Esses materiais foram examinados a partir de categorias definidas previamente, como:



clareza na descrição dos procedimentos, profundidade conceitual, capacidade de contextualização ambiental, uso da linguagem científica e indícios de reflexão crítica. A análise seguiu os princípios da análise documental (Cellard, 2008), que permite interpretar textos produzidos em contextos específicos, buscando compreender tanto os conteúdos explícitos quanto os sentidos subjacentes.

O referencial teórico-metodológico adotado articula a Educação Ambiental crítica (Freire, 1996; Guimarães, 2004; Loureiro, 2012; Boff, 2012; Leff, 2012) e a epistemologia da ciência (Bacon, 1620; Descartes, 1637), considerando que a experimentação escolar não deve ser vista apenas como ilustração de teorias, mas como possibilidade de problematizar a realidade e estimular o raciocínio científico. Além disso, os aportes de Tardif (2002) e de Pimenta e Lima (2011) sobre os saberes docentes foram mobilizados para refletir sobre o papel do professor na mediação das atividades e na construção de uma prática pedagógica plural, que integra dimensões técnicas, conceituais e experienciais.

Adicionalmente, a pesquisa observou rigor ético em todas as etapas, garantindo o consentimento informado dos estudantes e a preservação de suas identidades nos relatórios analisados. As observações realizadas durante a sequência didática e os registros documentais possibilitaram triangulação de dados, fortalecendo a validade das interpretações. A escolha de trabalhar com documentos produzidos pelos próprios alunos, em conjunto com a mediação docente, permitiu captar não apenas o desempenho acadêmico, mas também as estratégias de pensamento, os questionamentos e as interpretações críticas desenvolvidas durante a experiência. Dessa forma, a metodologia adotada favoreceu uma compreensão aprofundada dos processos de aprendizagem, considerando tanto o contexto escolar quanto as interações sociais que permeiam a construção do conhecimento científico e socioambiental.

Por fim, cabe destacar que o estudo se configurou como um recorte de uma dissertação de mestrado em andamento, inserida no Programa de Pós-Graduação em Ensino do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT). Essa delimitação contribui para situar o trabalho dentro de um projeto mais amplo, cujo interesse é compreender de



que maneira a Educação Ambiental crítica pode se materializar em propostas de ensino de Ciências contextualizadas, interdisciplinares e comprometidas com a formação cidadã.

3 Resultados e Discussões

3.1 Similaridades entre as turmas

Ambas as turmas seguiram corretamente o roteiro experimental, identificando mudanças de cor na solução indicadora, o que evidenciou compreensão básica dos conceitos de acidez e basicidade. Também foram encontradas tentativas de contextualização com fenômenos ambientais, como a chuva ácida.

Exemplo da turma 2ºA: “Após colocar o fósforo queimado e tampar o frasco, observamos que a coloração roxa ficou avermelhada, indicando acidez.”

Exemplo da turma 2ºB: “A reação da amônia com o indicador deixou a solução rosa; com o gás do fósforo, voltou a ficar roxa escura, sinal de ambiente ácido.”

A análise dos relatórios experimentais mostrou que ambas as turmas seguiram corretamente o roteiro proposto, registrando as mudanças de cor no indicador natural. Esse resultado evidencia a compreensão básica dos conceitos de acidez e basicidade, além de revelar a capacidade de observação empírica dos estudantes. Também se identificaram tentativas de contextualizar o fenômeno com questões ambientais, como a formação da chuva ácida.

Exemplo da turma 2ºA: “Após colocar o fósforo queimado e tampar o frasco, observamos que a coloração roxa ficou avermelhada, indicando acidez.”

Exemplo da turma 2ºB: “A reação da amônia com o indicador deixou a solução rosa; com o gás do fósforo, voltou a ficar roxa escura, sinal de ambiente ácido.”

Essas similaridades indicam que a prática experimental foi capaz de favorecer uma aprendizagem inicial comum, aproximando os estudantes de uma compreensão científica elementar do tema. Esse resultado converge com o pensamento de Bacon (1620), ao evidenciar a relevância da observação sistemática como fundamento do conhecimento, e com Freire (1996), na medida em que a atividade se constituiu como





um espaço de construção compartilhada de significados, em que todos puderam acessar minimamente os conceitos básicos de Química.

3.2 Diferenças relevantes

A turma 2^oA apresentou descrições mais sucintas e registros fotográficos mais numerosos, mas com menor profundidade conceitual. Já a turma 2^oB destacou-se pelo uso de linguagem científica e pela contextualização crítica dos fenômenos.

Exemplo de contextualização (2^oB): “Esse processo químico simula como gases industriais afetam o meio ambiente. A solução indicadora reproduz a reação atmosférica com óxidos liberados pela queima de combustíveis fósseis.” Apesar das convergências, os relatórios evidenciaram diferenças significativas na forma de registro e interpretação. A turma 2^oA apresentou descrições mais sucintas, priorizando registros fotográficos, mas com menor profundidade conceitual e argumentativa. Já a turma 2^oB destacou-se pelo uso de linguagem científica, com maior capacidade de contextualização crítica dos resultados observados.

Exemplo da turma 2^oB: “Esse processo químico simula como gases industriais afetam o meio ambiente. A solução indicadora reproduz a reação atmosférica com óxidos liberados pela queima de combustíveis fósseis.”

Essas distinções sugerem níveis diferentes de apropriação conceitual e crítica. Isso remete aos saberes docentes discutidos por Tardif (2002), pois a mediação do professor se articula de modos distintos em cada grupo, resultando em registros mais ou menos aprofundados. Além disso, a maior capacidade reflexiva da turma 2^oB evidencia aproximações com a perspectiva crítica da EA, tal como defendida por Boff (2012) e Leff (2012), que entendem a sustentabilidade como prática ética e complexa, vinculada ao enfrentamento das problemáticas socioambientais contemporâneas.

3.3 Interpretação crítica





Do ponto de vista epistemológico, a atividade realizada com os estudantes dialoga com concepções clássicas do método científico. Bacon (1620) destaca a importância da experimentação como base da construção do conhecimento, lembrando que:

A experimentação deve ser tomada como caminho legítimo para a construção do conhecimento, uma vez que apenas pela observação direta da natureza é possível superar os limites do pensamento especulativo. (Bacon, 1620, p. 112).

De forma complementar, Descartes (1637) enfatiza a necessidade da dúvida metódica para validação do saber científico:

Nada deve ser aceito como verdadeiro sem antes ter sido submetido à dúvida metódica, pois somente pelo questionamento racional é possível alcançar certeza. (Descartes, 1637, p. 58).

Nos relatórios, esses princípios epistemológicos aparecem quando os estudantes descrevem cuidadosamente os fenômenos observados e questionam seus resultados, demonstrando que a prática experimental favorece tanto a observação quanto o raciocínio crítico.

Na perspectiva da EA crítica, Boff (2012) ressalta que a sustentabilidade ultrapassa o caráter técnico e assume um compromisso ético:

A sustentabilidade não pode ser reduzida a um conceito técnico, mas deve ser entendida como um princípio ético que articula justiça social, cuidado ambiental e solidariedade entre as gerações. (Boff, 2012, p. 45).

Leff (2012) complementa ao defender a construção de uma nova racionalidade socioambiental:

O saber ambiental propõe uma racionalidade distinta daquela dominante na modernidade, orientando-se pela complexidade, pela diversidade cultural e pela sustentabilidade da vida. (Leff, 2012, p. 67).

As tentativas de contextualização dos alunos — ao relacionar o experimento com a poluição atmosférica e a queima de combustíveis fósseis — evidenciam um movimento em direção a essa compreensão ética, sistêmica e crítica da realidade socioambiental.

Nessa mesma direção, Freire (1996) reafirma a importância do diálogo e da contextualização para uma aprendizagem emancipadora:



“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. O diálogo entre professor e estudante é o fundamento desse processo emancipador.” (Freire, 1996, p. 22).

Na prática pedagógica analisada, o diálogo e a contextualização foram elementos centrais, possibilitando que a atividade experimental se tornasse significativa.

Por fim, Tardif (2002) e Pimenta e Lima (2011) ressaltam a pluralidade dos saberes docentes e a necessidade de integrar teoria e experiência no processo formativo:

Os saberes docentes não são apenas técnicos, mas também experienciais, construídos na interação com os alunos e com a realidade escolar. A formação inicial e continuada deve contemplar esse caráter plural do saber docente. (Tardif, 2002, p.14; Pimenta; Lima, 2011, p.86)

Assim, a condução metodológica da Sequência Didática (SD), ao valorizar tanto os aspectos conceituais quanto a reflexão crítica dos estudantes, evidencia a importância de uma prática docente dialógica e reflexiva, coerente com a perspectiva da EA crítica.

Sob a ótica epistemológica, a atividade realizada com os estudantes dialoga com concepções clássicas do método científico. Para Bacon (1620), a experimentação constitui o caminho legítimo para a construção do conhecimento, pois somente pela observação direta é possível superar os limites do pensamento especulativo. Já Descartes (1637) resalta a importância da dúvida metódica, afirmando que nada deve ser aceito como verdadeiro sem antes ser submetido ao questionamento racional.

Nos relatórios analisados, esses princípios aparecem tanto nas descrições cuidadosas dos fenômenos quanto na postura investigativa dos estudantes, que buscaram interpretar os resultados obtidos. Assim, a prática experimental mostrou-se não apenas como um exercício de observação, mas também como um estímulo ao raciocínio crítico, reforçando a ideia de que a Química escolar pode ser um espaço de diálogo entre tradição científica e problematização contemporânea.



No campo da Educação Ambiental crítica, os registros revelam tentativas de relacionar o experimento com problemas socioambientais atuais, como a poluição atmosférica e a queima de combustíveis fósseis. Esse movimento reflete a compreensão de sustentabilidade defendida por Boff (2012), entendida não como conceito técnico, mas como princípio ético que articula justiça social, cuidado ambiental e solidariedade entre gerações. Do mesmo modo, aproxima-se da racionalidade socioambiental proposta por Leff (2012), que valoriza a complexidade e a diversidade cultural como fundamentos de um novo saber ambiental.

Nessa mesma direção, Freire (1996) destaca que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar condições para a construção coletiva do saber, tendo o diálogo como fundamento da prática emancipadora. Nos relatórios analisados, as tentativas de contextualização crítica demonstram que o diálogo entre professor e estudantes foi central para que a atividade experimental se tornasse significativa.

Por fim, os aportes de Tardif (2002) e Pimenta e Lima (2011) ajudam a compreender a relevância do papel docente nesse processo. Os saberes da docência são plurais, englobando dimensões técnicas e experienciais que se constroem na interação com os alunos e com a realidade escolar. Nesse sentido, a condução metodológica da sequência didática, ao integrar aspectos conceituais e reflexivos, reafirma a importância de uma prática pedagógica dialógica, crítica e comprometida com a formação cidadã.

3.4 Reflexões docentes

A análise dos relatórios experimentais e da condução das atividades permite aprofundar reflexões sobre o papel do professor na sequência didática. Observou-se que a mediação docente foi determinante para que os estudantes conseguissem interpretar corretamente os fenômenos observados e relacioná-los a contextos socioambientais, evidenciando a relevância de uma prática pedagógica dialógica, reflexiva e contextualizada (Tardif, 2002; Pimenta & Lima, 2011).





Na turma 2^oA, o docente atuou de forma mais orientadora, guiando passo a passo os procedimentos experimentais, reforçando a importância do cumprimento correto das etapas do experimento. Essa abordagem favoreceu a aprendizagem procedural, permitindo que os alunos adquirissem segurança na execução das atividades, mas apresentou limitações quanto à exploração crítica e contextualização socioambiental:

- Alguns estudantes da 2^oA demonstraram dificuldade em relacionar os resultados experimentais com problemas ambientais, evidenciando a necessidade de estímulo adicional à reflexão.

Já na turma 2^oB, o docente incentivou perguntas abertas, debates e problematizações, promovendo maior autonomia na interpretação dos fenômenos e na contextualização ambiental. Esse tipo de mediação estimulou os alunos a:

- Comparar diferentes gases e suas consequências para o meio ambiente.
- Discutir relações entre a prática experimental e a poluição atmosférica urbana.
- Levantar hipóteses sobre impactos de atividades humanas na qualidade do ar.

Essa diferença evidencia que a forma de mediar a aprendizagem impacta diretamente o nível de apropriação conceitual e crítico dos estudantes, corroborando a perspectiva de Tardif (2002) sobre a pluralidade dos saberes docentes e a necessidade de articular teoria e experiência.

Outro aspecto relevante refere-se à utilização de recursos didáticos. Em ambas as turmas, o professor forneceu materiais de fácil manipulação e exemplos visuais, como mudanças de cor em soluções indicadoras. Na 2^oB, o docente também propôs discussões sobre fenômenos ambientais locais, como poluição industrial em Cuiabá e impactos da chuva ácida em áreas urbanas, fortalecendo a conexão entre a prática científica e a realidade socioambiental dos estudantes.

A análise do engajamento dos estudantes sugere que a postura docente ativa e reflexiva contribui para a construção de conhecimento científico e socioambiental, promovendo habilidades cognitivas, afetivas e éticas. Como Boff (2012) e Leff (2012) defendem, a Educação Ambiental Crítica deve ir além da transmissão de conteúdos





técnicos, incentivando a reflexão ética, a compreensão da complexidade socioambiental e a responsabilidade cidadã.

Além disso, observa-se que a prática docente se enriquece ao integrar diferentes saberes: técnico, conceitual e experienciais. A mediação adequada permite que os estudantes percebam a ciência como uma ferramenta para compreender, intervir e transformar a realidade, conforme defendido por Freire (1996). A docência, nesse sentido, não se limita a ensinar Química, mas se configura como estratégia de formação cidadã e consciência ambiental, possibilitando aos alunos desenvolverem atitudes críticas e éticas frente aos desafios contemporâneos.

Por fim, a reflexão docente indica que o planejamento, a flexibilidade e a adaptação às particularidades de cada turma são elementos-chave para o sucesso da sequência didática. Ajustes na condução das atividades, estímulo à curiosidade, promoção de debates e incentivo à contextualização ambiental são práticas que potencializam a aprendizagem significativa e crítica, reafirmando a relevância de uma docência comprometida com a formação integral dos estudantes.

3 Considerações finais

A análise dos relatórios experimentais evidenciou o potencial formativo de práticas pedagógicas interdisciplinares que articulam experimentação científica e Educação Ambiental (EA) crítica. Ao longo do desenvolvimento da sequência didática, observou-se que os estudantes não apenas realizaram procedimentos laboratoriais, mas também começaram a relacionar os fenômenos estudados a situações concretas de sua realidade, como a poluição atmosférica e a chuva ácida, demonstrando progressos no desenvolvimento de competências científicas e socioambientais.

Apesar das diferenças entre as turmas quanto à profundidade conceitual e à forma de registro, ambas mostraram envolvimento ativo e avanços na compreensão de conceitos químicos e ambientais. As similaridades apontam que todos os estudantes puderam vivenciar a experimentação como processo de aprendizagem, reforçando a concepção de Bacon (1620), para quem a observação empírica constitui



base fundamental da ciência. Essa experiência prática revelou-se estratégica para consolidar conhecimentos teóricos, permitindo aos estudantes compreenderem de forma concreta conceitos que, muitas vezes, permanecem abstratos em contextos meramente expositivos.

As diferenças observadas entre as turmas destacam a influência da mediação docente e a variabilidade do envolvimento dos alunos. Enquanto a turma 2^ªA apresentou registros mais descritivos e focados nos aspectos empíricos, a turma 2^ªB evidenciou maior capacidade de análise crítica, articulando saberes científicos e socioambientais de forma integrada. Esse contraste dialoga com a perspectiva de Tardif (2002), segundo a qual o conhecimento docente não é unívoco, mas construído e adaptado continuamente na interação com os alunos e em função dos contextos. Portanto, as práticas pedagógicas se mostram dinâmicas e dependentes tanto das estratégias do professor quanto das características e experiências prévias dos estudantes.

Do ponto de vista da Educação Ambiental crítica, os resultados reforçam a necessidade de superar abordagens puramente técnicas ou ilustrativas. O fato de os estudantes mencionarem fenômenos como chuva ácida e poluição atmosférica indica o início de uma percepção crítica das relações entre ciência, sociedade e meio ambiente. Essa percepção é central para o desenvolvimento da racionalidade socioambiental, como defendido por Leff (2012), e contribui para a formação de cidadãos conscientes, éticos e capazes de participar de maneira responsável em questões ambientais, alinhando-se à proposta de sustentabilidade integral defendida por Boff (2012) e Guimarães (2004).

A sequência didática, ao integrar experimentação, reflexão crítica e contextualização social, aproxima-se de princípios freirianos (Freire, 1996), nos quais a educação é concebida como prática de liberdade. O ensino não se limita à transmissão de conteúdos; constitui-se como exercício de diálogo, problematização e construção coletiva do conhecimento. Essa abordagem promove engajamento significativo, estimula a curiosidade científica e incentiva os estudantes a



questionarem e compreender a complexidade dos problemas ambientais, fortalecendo a capacidade de análise crítica e de tomada de decisão fundamentada.

Além disso, a prática pedagógica analisada demonstra a importância de articular fundamentos epistemológicos clássicos (Bacon e Descartes) com referenciais contemporâneos da EA crítica (Boff, Leff, Guimarães) e teorias sobre o saber docente (Tardif, Pimenta e Lima). Essa integração teórica oferece suporte para compreender como o ensino experimental pode ser inserido em um projeto de educação científica mais amplo, que não apenas transmite conteúdos, mas também forma sujeitos críticos, reflexivos e engajados com a realidade. A articulação entre teoria e prática evidencia que a aprendizagem significativa ocorre quando os estudantes são convidados a relacionar os conhecimentos adquiridos em laboratório com questões concretas do cotidiano, estimulando a reflexão ética, social e ambiental.

Finalmente, os resultados desta análise sugerem implicações importantes para práticas pedagógicas futuras. A experiência demonstra que o uso de problemas reais e contextualizados, aliados à experimentação, pode ampliar a compreensão científica dos alunos e, simultaneamente, promover atitudes mais conscientes e responsáveis frente aos desafios socioambientais. Observa-se, portanto, que a implementação de sequências didáticas interdisciplinares não apenas favorece a aprendizagem de conteúdos, mas também contribui para a formação integral dos estudantes, desenvolvendo competências cognitivas, críticas e éticas essenciais para a atuação cidadã no século XXI.

Em síntese, conclui-se que a sequência didática analisada cumpriu seu papel formativo ao integrar experimentação científica e reflexão socioambiental, permitindo aos estudantes construir conhecimento de maneira ativa e crítica. As diferenças entre as turmas evidenciam a necessidade de flexibilidade e adaptação das práticas docentes, enquanto as semelhanças reafirmam o valor da experimentação como recurso pedagógico central. Essa análise confirma que a Educação Científica, quando articulada à Educação Ambiental crítica, contribui para a formação de sujeitos capazes de compreender, questionar e intervir na realidade, consolidando-se como uma prática educativa emancipadora e comprometida com a sustentabilidade e a justiça social.



Referências

BACON, Francis. **Novum Organum**. Londres: [s.n.], 1620.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é, o que não é**. Petrópolis: Vozes, 2012.

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

CARVALHO, Isabel. **Experimentos no ensino de Ciências: possibilidades e desafios**. São Paulo: Cortez, 2012.

CELLARD, André. **Análise documental: princípios e métodos**. Paris: PUF, 2008.

DESCARTES, René. **Discurso do método**. São Paulo: Martins Fontes, 2005. [1637].

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

FLICK, Uwe. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GADOTTI, Moacir. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. São Paulo: Cortez, 2000.

GUIMARÃES, José Carlos. **Educação Ambiental Crítica: fundamentos, práticas e desafios**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

LOUREIRO, Cristina. **Educação Ambiental e cidadania: conceitos e metodologias**. Rio de Janeiro: DP&A, 2012.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 10. ed. São Paulo: Hucitec, 2001.

PIMENTA, Selma Garrido; LIMA, Maria Socorro Lucena. **Estágio e docência**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 13.ed. Petrópolis: Vozes, 2002.