



As contribuições de uma sequência didática investigativa para a alfabetização científica dos estudantes durante o ensino sobre poluição da água e seus impactos no ambiente¹

The contributions of an investigative teaching sequence to the scientific literacy of students during instruction on water pollution and its impacts on the environment

Jordânia Oliveira de Sousa

Universidade Estadual do Ceará, <https://orcid.org/0000-0002-9171-1339>,
jordaniaoliveira22@gmail.com

Maria Elane de Carvalho Guerra

Universidade Estadual do Ceará, <https://orcid.org/0000-0002-4649-4769>,
elane.guerra@uece.br

Maria Márcia Melo de Castro

Universidade Estadual do Ceará, <https://orcid.org/0000-0002-8188-9694>,
marcia.melo@uece.br

Cícero Magérbio Gomes Torres

Universidade Regional do Cariri, <https://orcid.org/0000-0002-3585-452X>,
cicero.torres@urca.br

¹ Este trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.





Resumo

Este trabalho tem como objetivo geral analisar as contribuições para o desenvolvimento do ensino de biologia de uma proposta de ensino investigativa com a temática Água: poluição e impactos no meio ambiente. Trata-se de uma pesquisa de intervenção pedagógica onde construímos e desenvolvemos uma sequência didática baseada no ensino por investigação em uma escola pública com estudantes do ensino médio. A abordagem de ensino mobilizou os alunos na investigação de problemas socioambientais, contribuindo assim, para a aprendizagem de conceitos relacionados aos processos de poluição da água, bem como, procedimentos e atitudes típicos da atividade científica, tais como, a exploração de dados, análise de experimentos, argumentação oral, elaboração de hipóteses e conclusões. Desse modo, concluímos que a sequência didática desenvolvida neste trabalho foi importante para iniciar a alfabetização científica dos estudantes sobre a temática em questão, potencializando principalmente, a qualidade da argumentação oral e escrita dos estudantes.

Palavras-chave: Ensino por investigação. Sequência didática. Poluição da água.

Abstract

This work has the general objective of analyzing the contributions to the development of biology teaching of an investigative teaching proposal with the theme Water: pollution and impacts on the environment. This is a pedagogical intervention research where we constructed and developed a didactic sequence based on teaching through investigation in a public school with high school students. The teaching approach mobilized students to investigate socio-environmental problems, thus contributing to the learning of concepts related to water pollution processes, as well as procedures and attitudes typical of scientific activity, such as data exploration, analysis of experiments, oral argumentation, elaboration of hypotheses and conclusions. Thus, we conclude that the didactic sequence developed in this work was important to initiate the scientific literacy of students on the topic in question, mainly enhancing the quality of the students' oral and written arguments.

Keywords: Research-based teaching. Didactic sequence. Water pollution.

1 Introdução

A atividade docente é um processo complexo que envolve diversos saberes, pois, como indica Sasseron (2019, p. 59), “concilia esferas múltiplas como as pedagógicas, afetivas, administrativas, conceituais e epistemológicas”. As de ordem pedagógica estão relacionadas à abordagem de ensino, às estratégias metodológicas e aos recursos didáticos incluídos no planejamento das aulas. Isso envolve, segundo Capecchi (2019), a tomada de decisão do professor em suas ações, o que exige um trabalho constante de aperfeiçoamento. Este trabalho de aprimoramento pedagógico é fundamental, tendo em vista que, diante das inovações científicas e tecnológicas, percebe-se a necessidade de renovar o ensino de Ciências para superar os aspectos negativos





constatados em aulas com ensino de caráter descritivo, memorístico e descontextualizado, que culmina na falta de interesse dos alunos para os estudos científicos (SCARPA; SILVA, 2019; CACHAPUZ, 2005).

Refletindo sobre as necessidades de modificação nas formas de transmissão de conhecimento, Carvalho (2019) entende que, diante do aumento exponencial de conhecimento produzido não é mais possível ensinar tudo a todos, é preciso privilegiar os conteúdos fundamentais dando mais atenção aos processos de obtenção desses conhecimentos. A educação deve proporcionar a vinculação mínima de conhecimentos científicos, com abordagens globais e considerações éticas, que são fundamentais para que os indivíduos compreendam os problemas da realidade e participem da tomada de decisões fundamentadas (CACHAPUZ, 2005).

Considerando a importância dos saberes pedagógicos para a renovação do ensino de Ciências e Biologia, escolhemos como objeto de estudo nesta pesquisa a sequência didática com foco na alfabetização científica que utiliza como abordagem didática o ensino por investigação. Nesse contexto, Carvalho (2019, p. 9) explica que as sequências didáticas são:

sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

Centramos como objetivo principal da sequência didática promover uma alfabetização científica, a qual, conforme Cachapuz et al. (2005), apresenta o ensino de ciências como uma atividade próxima à investigação científica, integrando aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais. Assim, alfabetizar cientificamente os alunos significa:

oferecer condições para que possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados a conhecimentos científicos. Mas é preciso esclarecer que a tomada de decisão consciente não é





um processo simples, meramente ligado à expressão de opinião: envolve análise crítica de uma situação o que pode resultar, pensando em Ciências, em um processo de investigação (SASSERON, 2019, p. 45).

A sequência didática que sistematizamos neste trabalho está fundamentada conforme os princípios do ensino por investigação, uma abordagem didática que pretende atingir os objetivos da alfabetização científica por meio de uma perspectiva construtivista a qual conforme Scarpa e Silva (2019) reposiciona o aluno no centro do processo de construção do conhecimento, valoriza os processos comunicativos que ocorrem em sala de aula e o papel das interações entre os sujeitos na construção de significados.

As aulas com abordagem investigativa favorecem a construção do conhecimento pelo diálogo, pela argumentação dos estudantes e pelas interações professor-aluno e aluno-aluno (BRICCIA, 2019). Durante essas aulas “o aluno pode se envolver em ações e práticas semelhantes às dos cientistas para construir seus conhecimentos, apropriando-se, assim, de aspectos da cultura científica e traçando seus conhecimentos” (SEDANO, 2019, p. 81). Dentre tais práticas, Scarpa e Campos (2018), destacam: tomar decisões sobre evidências relevantes baseadas em uma investigação; construir explicação baseada em evidência; fornecer justificativa; avaliar explicações; avaliar procedimentos; tomar decisões sobre procedimentos; construir consenso para explicações e reconhecer posições diferentes.

O tema água apresenta expressão e notoriedade em várias áreas que perpassam o ensino de biologia. Este tema abrange, por exemplo, aspectos derivados das áreas de bioquímica, ecologia e educação ambiental. Enfatizamos o estudo direcionado aos impactos da poluição da água nos ecossistemas, refletindo sobre os fatores que contribuem para a origem desse problema, seus efeitos e importância da conscientização dos indivíduos no tocante à preservação da qualidade da água.

Reconhecemos que a escola tem o papel social de oportunizar a apropriação de conteúdos científicos relacionados à água. A reflexão sobre este tema é de significativa urgência, tendo em vista que, segundo Paula Júnior (2013) e Ávila e Lingnau (2015),





vivemos uma crise de governança hídrica em âmbito global, resultado do atual modelo socioeconômico de relação sociedade-natureza.

Assim, nos concentramos na seguinte questão de pesquisa: Quais as contribuições de uma sequência didática investigativa (SDI) embasada na alfabetização científica durante o ensino sobre a poluição da água?

Para investigar tal questão este trabalho tem como objetivo geral analisar as contribuições para o desenvolvimento do ensino de biologia de uma proposta de ensino investigativa com sobre a poluição da água. Além disso, tem como objetivos específicos: elaborar uma sequência didática fundamentada no ensino investigativo considerando a sistematização dos planos de aula sobre a poluição da água e seus impactos no ambiente; perceber se a abordagem didática investigativa representa uma estratégia de ensino capaz de estimular o interesse e participação dos alunos durante as aulas; observar se sequência didática investigativa favorece a alfabetização científica aos estudantes, na construção de conceitos, desenvolvimento de procedimentos e atitudes.

2 Metodologia

Esta pesquisa, que constitui parte da dissertação de mestrado da pesquisadora, tem abordagem qualitativa, pois, preocupa-se mais em conhecer o objeto do que em testar hipóteses, onde os dados coletados nessas pesquisas são descritivos, retratando o maior número possível de elementos existentes na realidade estudada (EITERER, 2010; PRODANOV, 2013). A escolha da abordagem qualitativa se justifica pelo fato da mesma possibilitar uma visão aprofundada sobre as contribuições de uma sequência didática investigativa para o ensino de biologia. Nesse sentido, durante nossa investigação, atentamos para as circunstâncias, os comportamentos, as palavras, as atitudes, as opiniões, ou seja, todos os detalhes que emergem durante nossa prática docente, os quais serão importantes para entender as contribuições da nossa estratégia metodológica. Assim, na abordagem qualitativa, o interesse do pesquisador se manifesta nas atividades,





nos procedimentos, nas interações cotidianas e nas perspectivas dos estudantes (LÜDKE; ANDRÉ, 2018).

Em relação aos procedimentos metodológicos, esta pesquisa caracteriza-se como uma intervenção pedagógica, uma vez que consiste em uma investigação que envolve o planejamento e a implementação de interferência- destinada a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam- e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências (DAMIANI et al., 2013). A escolha da intervenção pedagógica como método para esta pesquisa está vinculada à intenção de desenvolver uma estratégia metodológica capaz de estimular a participação e o raciocínio argumentativo dos estudantes, no estudo sobre as propriedades da água. Essa metodologia possibilita a análise das contribuições da sequência didática investigativa no processo de ensino-aprendizagem, bem como permite a reflexão crítica sobre a metodologia aplicada e a elaboração de explicações para os efeitos observados, embasadas nos pressupostos do ensino por investigação.

A pesquisa foi realizada em uma escola estadual localizada no município de Juazeiro do Norte - CE, e foi constituída de ações conduzidas pela pesquisadora; as atividades foram desenvolvidas de forma remota, através da plataforma Google sites e Google meet. Adotamos uma sistematização de trabalhos com enfoque no ensino sobre a água e suas propriedades, e contamos com a participação de 19 alunos do ensino médio divididos em turma 1 de 15 alunos e turma 2 de 4 alunos. As aulas aconteceram em setembro de 2021 durante as aulas de biologia na turma 1 e nos feriados e finais de semana na turma 2, pois a pesquisadora não atuava como docente para os alunos desta turma.

Os métodos de coleta de dados correspondem à (aos):

- Observação, pois o pesquisador teve um contato pessoal e estreito com o fenômeno pesquisado (LÜDKE; ANDRÉ, 2018). Ela foi organizada em um relatório por escrito, estruturado em uma parte contendo as informações essencialmente descritivas (descrição dos sujeitos, reconstrução de diálogos, descrição de locais, descrição de eventos especiais, descrição das atividades, os comportamentos do observador), e outra parte contendo as observações pessoais





do pesquisador, feitas durante a fase de coleta (reflexões analíticas, reflexões metodológicas, dilemas éticos e conflitos, mudanças na perspectiva do observador, esclarecimentos necessários) (LÜDKE; ANDRÉ, 2018).

- Gravação e transcrição da fala dos estudantes. Considerando que “a fala pode ser uma importante mediadora entre o pensamento e a escrita” (OLIVEIRA, 2019, p. 73) então, achamos importante transcrever a fala dos estudantes. Para isto realizamos a gravação das aulas. A gravação tem a vantagem de registrar todas as expressões orais, (LÜDKE; ANDRÉ, 2018, p. 43). Segundo Silverman (2009), a vantagem das transcrições detalhadas é que você pode inspecionar sequências de interlocuções e por meio delas e não de sequências isoladas da fala, extrair o sentido da conversa. “Com certeza, dependendo da nossa memória, podemos, em geral, resumir o que diferentes pessoas disseram. Mas é impossível lembrar (ou mesmo anotar na hora) atitudes como pausas, justaposições, inspirações, etc” (SILVERMAN, 2009, p. 188). Dessa forma, as aulas da etapa 2 da SDI: “Água: poluição e impactos no meio ambiente” foram gravadas, pois a pesquisadora utilizou seu e-mail institucional na transmissão da aula via Google Meet, o qual permite acesso a ferramenta de gravação. Os áudios facilitaram a observação e possibilitou a transcrição dos diálogos estabelecidos durante os encontros síncronos.
- Análise documental, tendo em vista que os documentos constituem uma fonte poderosa de onde podem ser retiradas evidências que fundamentem afirmações e declarações (LÜDKE; ANDRÉ, 2018). A própria expressão e linguagem dos sujeitos representados nos trabalhos escolares são importantes nesta pesquisa. Assim, a produção textual dos estudantes foi utilizada neste trabalho para coleta de dados.

A análise dos dados foi feita com base na metodologia da análise de conteúdo que conforme Bardin (2016):





pode ser considerada como um conjunto de técnicas de análises de comunicações utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. A intenção da análise de conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e de recepção das mensagens, inferências esta que recorre a indicadores (quantitativos, ou não) (BARDIN, 2016, p. 44).

3 Resultados e Discussão

A partir dos fundamentos metodológicos do ensino por investigação, elaboramos o plano de aula da SDI nomeada como “Água: poluição e impactos no meio ambiente”, a qual foi divulgada por meio de uma revista digital interativa (Revista EnCI). Esta revista pode ser consultada através do seguinte site: Etapa 1 da SDI, disponível em: <<https://sites.google.com/view/e2-poluicaodaaguavdigital/p%C3%A1gina-inicial>>.

Realizamos uma análise mais analítica dos dados obtidos nas hipóteses, conclusões escritas e orais construídas pelos alunos durante a aplicação da SDI: “Água: poluição e impactos no meio ambiente”. As hipóteses e conclusões escritas dos estudantes foram respectivamente, registradas no padlet e no formulário (Google Forms), ambos contidos no site. As conclusões apresentadas de forma oral foram extraídas do relatório de observação, onde consta a transcrição completa da fala dos alunos. Durante o primeiro encontro síncrono (fase de conceitualização) desta SDI, os alunos se organizaram em grupos, assistiram ao vídeo apresentado no site e escolheram dentre quatro opções disponíveis uma situação-problema para investigar. Diante da análise da situação-problema os alunos elaboraram uma hipótese para explicar a causa da mesma de acordo com seus conhecimentos prévios.

Elencamos aspectos importantes para o esclarecimento de cada uma das situações-problemas: situação-problema da cidade A (aspectos avaliados: agente poluidor? Fonte/origem do agente poluidor? Por que o peixe não morre? Como atinge o homem?) situação-problema da cidade B (aspectos avaliados: Agente poluidor? Fonte/origem do agente poluidor? Como afeta os animais com conchas?) situação-problema da cidade C (aspectos avaliados: Agente poluidor? Fonte/origem do agente poluidor? Como afeta a sobrevivência dos peixes?) situação-problema da cidade D (aspectos avaliados: Agente





poluidor? Fonte/origem do agente poluidor? Como afeta no volume da lagoa? Por que o agente poluidor é prejudicial à saúde humana?).

O quadro a seguir (Quadro 1) apresenta as hipóteses formuladas pelos estudantes de 4 equipes, avaliadas de acordo com os aspectos citados anteriormente e categorizadas de acordo com a principal causa extraída do contexto. Os resultados das demais equipes se encontram na dissertação de mestrado da pesquisadora.

Quadro 1 – Hipóteses formuladas pelos estudantes sobre a situação-problema que investigaram durante a aplicação da SDI – “Água: poluição e impactos no meio ambiente”.

Hipóteses com ênfase na poluição por contaminação.		Análise dos aspectos não mencionados nas hipóteses formuladas pelos alunos
Equipe 2: investigou a situação-problema da Cidade A (turma 2)	<i>O problema da cidade A pode ter acontecido por conta da poluição do meio aquático, e isso por meio das ações humanas como por exemplo o despejo de lixo em lagos, rios e mares, ademais pelo fato de as redes de esgoto das grandes cidades serem despejadas nesses ambientes. Com isso os peixes ficam contaminados e consequentemente um alimento prejudicial a saúde humana.</i>	Qual é o agente poluidor? Por que os peixes não morrem? Como o agente poluidor atinge o homem? Porque o agente poluidor é prejudicial à saúde humana?
Equipe 3: investigou a situação-problema da Cidade B (turma 2)	<i>A partir da poluição dos lagos, rios e mares, as espécies marinhas se tornam ameaçadas. Isso é o que acontece na cidade B: o ambiente aquático, habitat das espécies marinhas, ficam contaminadas e sem condições para viver naquele ambiente, havendo assim a escassez de tal espécie.</i>	Qual é o agente poluidor? Fonte do agente poluidor? Como afeta os animais com conchas?
Equipe 6: investigou a situação-problema da Cidade C (turma 2)	<i>Como possíveis hipóteses a serem verificadas há a possibilidade da mortandade ter sido ocasionada por (...) possibilidade de contaminação, sejam por fontes orgânicas, como descarga de dejetos humanos em meio a água, ou inorgânicas, como metais pesados, provindos de atividades de garimpo ou industriais.</i>	Como esses agentes poluidores da água afetam os peixes?
Hipóteses com ênfase na poluição por eutrofização.		
Equipe 10: investigou a situação-problema da Cidade D (turma 2)	<i>Quanto à segunda situação, pode-se inferir possibilidades de: uso irracionalizados recursos hídricos, (...) ou o eventual, desvio e/ou barragem de um afluente que alimentava o lago.</i>	Como os fatores apresentados afetam no volume da lagoa?

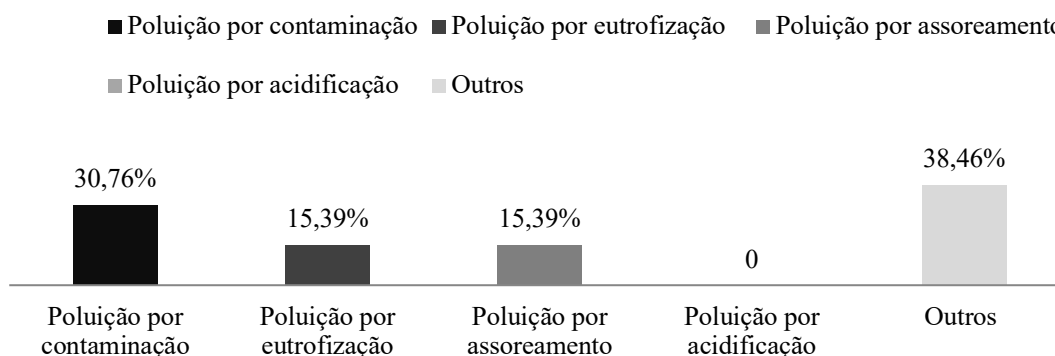




Fonte: Elaboração própria.

Podemos representar, em termos quantitativos, as causas elencadas pelos alunos, em suas hipóteses sobre os problemas investigados a partir do gráfico a seguir:

Gráfico 1 - Principal causa dos problemas da cidade A, B, C e D elencadas nas hipóteses dos alunos, durante a aplicação da SDI: “Água: poluição e impactos no meio ambiente”.



Obs: as porcentagens foram calculadas a partir do total de segmentos de textos referentes às causas elencadas pelos alunos de todas as 11 equipes sobre a situação-problema (e não a partir do número de hipóteses).

Fonte: Elaboração própria.

Nas hipóteses os alunos associam a problemática a diversas causas, dentre elas a poluição, contudo vários aspectos importantes para justificar de forma mais consistente as causas e consequências do problema investigado estão ausentes. Essa ausência de informações é natural e prevista pela pesquisadora, haja vista que os estudantes ainda não realizaram a investigação. Esse momento de construção de hipóteses possibilitou a mobilização dos conhecimentos em estudo. Ao analisar as categorias explicitadas no Gráfico 1, percebemos que a maioria das equipes aponta fatores não associados à poluição da água como causa da situação-problema investigada. A maioria das equipes (30,76%) que indicaram a poluição relacionou a mesma à contaminação. Isso indica que geralmente





os alunos associam poluição à contaminação, apesar de existirem outros processos poluidores da água.

Antes da última aula as equipes escreveram e enviaram suas conclusões e no último encontro síncrono as apresentaram para a turma. Tais conclusões foram analisadas e categorizadas de acordo com o fenômeno poluidor associado ao problema investigado expresso no sentido do texto. Apresentamos a seguir a descrição e análise de tais conclusões nos quadros a seguir.

Quadro 2 - Conclusões formuladas pelos estudantes sobre a situação-problema A durante a aplicação da SDI - “Água: poluição e impactos no meio ambiente”.

Conclusões com ênfase na poluição por contaminação.	Análise e discussão
Conclusão apresentada nos registros escritos da Equipe 2: investigou a situação-problema da Cidade A (turma 2) <i>(...)Em primeiro plano, nota-se que cidade A apresenta um rio poluído e contaminado pelo despejo de dejetos provindos de esgotos e grandes fábricas, dentre tantas outras ações humanas que prejudicam o mesmo. Consequentemente, as espécies que vivem nesse meio estavam também contaminadas, tornando-se assim, nocivas ao consumo humano.</i>	Neste texto os alunos reforçam a fonte dos poluentes e adicionam uma informação nova em relação à hipótese que consiste na proposta de soluções para a problemática. O conteúdo desta solução se adéqua à visão conservacionista de Educação Ambiental, pois valoriza o processo de conscientização. Entretanto, este texto não desvela aspectos importantes sobre a problemática, tais como: agentes poluidores, formas que o poluente atinge o homem e as razões do prejuízo deste poluente à saúde humana.
Conclusão apresentadas de forma oral da Equipe 2: investigou a situação-problema da Cidade A (turma 2) Um aluno da equipe explica a sua conclusão a partir do seguinte relato: “o que estava contaminado aquela água? primeiramente a questão é (...) contaminação é quando se acumula algo tóxico na água né, então o despejo de esgotos, as grandes cidades nesses rios, por exemplo, que a senhora citou durante essas aulas (...) o daqui de Barbalha né?!, (...) é (...) isso tudo contribui para que se acumule toxinas dentro dos rios, consequentemente é(...) esses contaminantes são acumulados no peixe e quando esse peixe é pescado para alimentação humana, esses contaminantes vão passar para o homem, é (...) sendo assim prejudicial para a saúde dele. Então basicamente é isso né, os contaminantes são provenientes de esgotos é (...) de resíduos das grandes indústrias das fábricas, e em geral das ações humanas né, por que toda contaminação, toda poluição se origina do ato do homem, das atividades	Diante deste relato, verificamos que o aluno associa a problemática da cidade A com a poluição por contaminação, e explica inicialmente como o agente contaminante afeta o homem referindo-se ao processo de transferência de contaminantes ao longo da cadeia alimentar. No decorrer do diálogo percebemos que o aluno explica aspectos que estavam ausentes na conclusão escrita. Portanto, as interações discursivas entre pesquisador e aluno estimulou a apresentação de diversos aspectos pelos estudantes durante a comunicação oral. Isso nos revela que “ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só relembra o que fez, como também colabora na construção do conhecimento





humanas, das atitudes humanas no cotidiano, é (...) os peixes são contaminados por essas toxinas, por estes resíduos, por esses dejetos e quando vai para a alimentação humana, para o próximo é (...) para a próxima pessoa da hierarquia, que é o ser humano, este vai ficar contaminado (...)"

que está sendo sistematizado" (CARVALHO, 2019, p. 12). Neste diálogo, percebemos que o aluno menciona termos próprios da ciência, como bioacumulação e cadeia alimentar, para fundamentar seu argumento.

Fonte: Elaboração própria.

A equipe confirmou sua hipótese a respeito da contaminação como fenômeno poluidor da água no contexto investigado. Contudo, verificamos que a equipe reformulou sua hipótese acrescentando mais conhecimentos científicos nos seus argumentos, pois as mesmas explicam no final do processo investigativo mais aspectos relacionados à problemática investigada. Notamos, ao comparar os aspectos explícitos na hipótese e conclusão, uma evolução qualitativa significativa na articulação das ideias da equipe 2, pois, considerando sua conclusão escrita e oral, conseguiu explicar os cinco aspectos envolvidos no problema em estudo.

Quadro 3 - Conclusões formuladas pelos estudantes sobre a situação-problema B durante a aplicação da SDI- "Água: poluição e impactos no meio ambiente".

Conclusões com ênfase na poluição por acidificação.	Análise e discussão
Conclusão apresentada nos registros escritos da Equipe 3: investigou a situação-problema da Cidade B (turma 2) <i>O problema da cidade B, está relacionado diretamente à vida animal, na qual, o fenômeno da acidificação ocorre a partir do contato entre o gás carbônico (provindo das indústrias e que acumula-se na atmosfera) e as moléculas de água do oceano. Ademais, outro problema decorrente do acúmulo de CO₂ na atmosfera é a chuva ácida, a qual, também contribui para que certas espécies tornem-se escassas. Logo, é possível concluir que a cidade A sofre por contaminação e poluição, paralelo a isso, a cidade B não se difere tanto, distinguindo-se apenas no quesito da acidificação e da chuva ácida. Portanto, torna-se imprescindível buscar maneiras para amenizar tais problemas em ambas as cidades. Tanto na cidade A, quanto na cidade B, o problema maior refere-se a poluição por meio da sociedade, diante disso, é de suma importância o trabalho de voluntários através de ONG's que possam conscientizar as pessoas sobre danos causados pelas suas ações. Além disso, é necessário também que trabalhem na diminuição da contaminação dos rios, através de maiores cuidados e preservação.</i>	Neste texto houve mudança de percepção dos alunos quanto ao fenômeno poluidor responsável pela problemática da cidade B. Observamos inicialmente na hipótese a contaminação como fator responsável pelo problema. Contudo, na declaração atual, exposta no texto, a acidificação da água é indicada como causa do desequilíbrio. A equipe não indica as evidências que ajudaram a refutar sua hipótese inicial e não explica com mais detalhes os efeitos da acidificação sobre os animais com conchas.





Conclusão apresentadas de forma oral da Equipe 3: investigou a situação-problema da Cidade B (turma 2)

O problema em geral que acontece aí é a acidificação dos rios, isso por meio do acúmulo de gás carbônico na atmosfera, a emissão de gás carbônico, seja proveniente da fumaça de fábricas é (...) de queimadas, isso vai se acumulando na atmosfera e quando entra em contato com as moléculas, com as partículas de água, há o processo de diminuição do grau de acidez da água, diminui o pH da água, se tornando assim um ambiente hostil para as espécies que lá habitam. Então, os peixes vão é (...) ficar contaminados, vão morrer (...) e essa acidificação também reflete em outras espécies que por exemplo, entram em contato com essa água, né, por exemplo, a capivara daquela tribo, a sua pele vai queimar né (...) e outro fator também, que faz acontecer esse processo, esse fenômeno, é a questão da chuva ácida, que também está relacionada com a emissão de CO₂. Então, o problema da cidade B é a questão da acidificação dos rios, que é um problema é... não só também pra população aquática, mas também para os humanos, por que, vai diminuir as espécies, que seria seus alimentos, como aquela tribo, afetou na parte da saúde, da alimentação, a economia, a cultura, tudo isso, todos esses eixos foram prejudicados”.

A pesquisadora alerta sobre a diferença entre acidificação e contaminação, relacionando esses conceitos com as problemáticas da cidade A e B. Além disso, pergunta por que as conchas estavam deformadas. Um aluno responde que isso está relacionado ao processo de calcificação. A pesquisadora confirma a resposta e acrescenta que a acidez prejudica a calcificação; em sequência, pergunta por que a quantidade de caranguejo diminuiu. Inicialmente nenhum aluno (A) responde então a pesquisadora (P) pergunta:

P: “o caranguejo tem um exoesqueleto?”.

A: “Sim”.

P: “Esse exoesqueleto é formado de que?”.

A: “Carbonato de cálcio”.

P: “Para formar carbonato de cálcio, eu preciso do íon carbonato, só que se a água tiver muito ácida, eu vou ter esse íon carbonato disponível?”.

A: “Não, quanto mais ácida a água tiver, menos vai produzir isso, né?!”.

P: “Isso, quanto maior a acidez, menor vai ser a disponibilidade do íon carbonato. Então, se o animal não consegue mais essa substância, ele vai formar o seu esqueleto?”.

A: “Não”.

P: “Então, a tendência é o número de caranguejos diminuir”.

A: “É o que a gente falou, uma consequência disso é a escassez de uma espécie”.

P: “Isso, a acidificação diminui a população das espécies, principalmente as espécies que formam esqueleto de carbonato de cálcio, como caranguejos, lagostas, mariscos, dentre outras”. A pesquisadora pediu que os alunos explicassem a origem do excesso de CO₂, o qual causa a acidificação na água. O estudante menciona que: “as grandes fábricas, indústrias, com a fumaça que sai, ali tá

Tendo em mente as palavras de Freire (2021, p. 47) que nos diz que: “saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” entendemos que o experimento em vídeo, o texto e vídeo animado disponível na biblioteca virtual, o espaço de diálogo, onde os alunos apresentaram suas ideias, bem como a postura da pesquisadora ao propor questões com base nas observações dos estudantes criaram condições favoráveis para a produção do conhecimento sobre a acidificação. Os alunos conseguiram estabelecer relações entre esse fenômeno poluidor e o desaparecimento dos animais com conchas.

Isso demonstra a importância da mediação docente para estimular a construção de ideias pelos alunos e conduzir a discussão sobre aspectos importantes da problemática analisada.

A equipe reforça os aspectos mencionados nos textos relacionados ao agente poluidor responsável pela acidificação (excesso de CO₂ atmosférico e chuva ácida) bem como a fonte dos mesmos. Quando indagado pela pesquisadora, o estudante relata os métodos que ajudaram na conclusão da investigação. Nesse momento, é possível identificar que os alunos, além de utilizarem nas suas explicações conhecimentos científicos, também incluem na sua argumentação, as práticas científicas que validam os conceitos apresentados citando a execução do experimento 1 e a pesquisa na biblioteca virtual, ambos disponíveis no site. Isso demonstra que as evidências





<p><i> muito poluído, e cheio de CO₂, e também acho que as queimadas. A queima de combustíveis fósseis”.</i></p> <p><i> Outro aluno responde: “o problema que tá causando a deformidade das conchas e o desaparecimento dos caranguejos do mar é a acidificação dos oceanos que é causado justamente pelo excesso de gás carbônico na atmosfera, que acaba sendo absorvido no oceano, aí pro oceano equilibrar isso, ele acaba usando muito é (...) vai reagir muito com o carbono e aí não vai dar pra formar carbonato de cálcio, que é justamente o que conchas, corais, recifes e justamente esses animais, como o plâncton, caranguejos, moluscos em geral e crustáceos usam para formar seu esqueleto”.</i></p> <p><i> A pesquisadora então pergunta como o aluno ficou sabendo que o problema estava associado à acidificação, e ele responde: “primeiramente, foi pelo experimento que a senhora fez, pelo vídeo lá, e depois pela biblioteca virtual, aí no vídeo a senhora, fazia o experimento com o repolho roxo e justamente a senhora ia e soprava (...) não! A senhora dividia o suco de repolho roxo entre dois copos e em um a senhora soprava por 20min ou mais. Aí, com isso e a biblioteca virtual, deu pra descobrir que era a acidificação”.</i></p> <p><i> A pesquisadora indaga como diminuir as emissões de carbono, para assim minimizar essa problemática. Diante deste questionamento, o aluno responde: “Trocar os automóveis por bicicletas, por caminhadas e consequentemente, além de tá ajudando nesse fator ambiental, também se relaciona com a saúde né, você não ficar tão sedentária e não vai desenvolver doenças a partir do sedentarismo”.</i></p> <p><i> Outra aluna ressalta: “redução de queimadas”. Outro aluno responde: “tentando frear mais o desmatamento e (...) leis que controlem as emissões de carbono, tanto de carros ou de empresas, tanto leis ou políticas nacionais ou globais (...) até tem uma que os Estados Unidos até saiu”. Assim, a pesquisadora questiona se apenas o estabelecimento de normas e leis resolve o problema das grandes emissões de carbono. O aluno responde: “não, também tem que (...) bom, nesse caso de queimadas e desmatamento é mais uma questão de (...) investigação (...) aumento de punição, multas e ano de cadeia pra quem for pego realizando tais atos”.</i></p>	<p>disponibilizadas na forma de experimentos e fontes de pesquisas auxiliaram na solução e explicação da situação-problema pelos alunos. Este depoimento demonstra que os alunos conseguiram transformar dados em evidências importantes para resolver o problema, uma ação intelectual característica da prática científica. Assim o “fazer ciência” não significa que se queira construir conhecimentos científicos em sala de aula nem que os estudantes desenvolvam novas teorias, mas, sim, que alguns aspectos da cultura científica estejam inseridos no cotidiano de trabalho dos estudantes (BRICCIA, 2019). Podemos destacar na fala do estudante termos científicos como: acidificação, pH, chuva ácida, emissão de CO₂ e carbonato de cálcio. A presença de expressões próprias da Ciência é um fato relevante tendo em vista que “Aprender Ciências é também apropriar-se dessa nova linguagem e é por meio do espaço para falar que essa apropriação se torna possível” (CAPECCHI, 2019, p. 37).</p>
---	---

Fonte: Elaboração própria.

A partir da investigação que realizaram a equipe 3 mudou de percepção em relação à sua hipótese inicial e conseguiu construir explicações válidas para sua situação-problema. Observamos que esta equipe conseguiu apresentar mais ideias quanto aos aspectos da problemática por meio da comunicação oral. Portanto, também notamos aqui, uma evolução qualitativa nos argumentos da equipe ao comparar sua hipótese e conclusões.





Quadro 4 - Conclusões formuladas pelos estudantes sobre a situação-problema C durante a aplicação da SDI- “Água: poluição e impactos no meio ambiente”.

Conclusões com ênfase na poluição por eutrofização.	Análise e discussão
<p>Conclusão apresentada nos registros escritos da Equipe 6: investigou a situação-problema da Cidade C (turma 2)</p> <p><i>A problemática exposta em C era relatada como uma mortandade generalizada de peixes em um manancial em específico. Expôs-se que, naquelas águas o débito de oxigênio encontrava-se em níveis superiores a demanda disponível pelo emprego da técnica do azul de metileno. Infere-se também, por meio da imagem da situação em que se encontrava a água que ela sofria de um intensivo processo de floração das algas e demais componentes do fitoplâncton. Percebeu-se pelo processo de medição do PH que a água encontrava-se bastante deslocada para o espectro da acidez. Tendo em mãos por fim, os registros da fauna bentônica encontrada na região, notou-se presença marcada por larvas de dípteros e organismos pertencentes ao filo Annelida e molusca, indicadores da má qualidade da água. Ungindo-se enfim desses fatos em evidência, faz-se por bem concluir, que o manancial em questão sofre de intenso processo de eutrofização, que já lhe acarretou severos danos como perda parcial de sua fauna e bem como a acidificação de seu meio. Urge que, tomados por métodos de restituição, proponham-se ações para solucionar a problemática, sendo crucial o cessar do despejo de material orgânico oriundo de fontes como o esgoto, seja doméstico, hospitalar ou industrial, incluindo ações para inibir o fluxo oriundo de zonas agrícolas que deslocam-se por lixiviação.</i></p>	<p>A partir das pesquisas a equipe chegou em uma conclusão que diverge de todas as ideias apresentadas na hipótese inicial. Neste texto eles indicam a eutrofização como causa do problema investigado. Os alunos apresentam o agente poluidor, sua fonte e as condições do meio que culminou na morte dos peixes.</p> <p>Neste texto está explícito os procedimentos que executaram durante a investigação. Neste caso, a equipe se refere à exploração de: experimento em vídeo, imagens obtidas na pesquisa de campo, experimento virtual para medição do pH, resultados do biomonitoramento. Neste caso, o estudante cita expressões inerentes à linguagem científica como: material orgânico, floração das algas, fitoplâncton, pH, fauna bentônica, larvas de dípteros, do filo Anelida e Molusca, eutrofização, acidificação e lixiviação.</p>
<p>Conclusão apresentadas de forma oral Equipe 6: investigou a situação-problema da Cidade C (turma 2)</p> <p>Um aluno comenta que: “o evento que está acontecendo é a poluição da água, eventualmente, por compostos orgânicos, podendo ser, desde dejetos humanos liberados como o esgoto na água, ou processos como a lixiviação de compostos agrícolas, fertilizantes, que vão ocasionar no caso, um aumento muito elevado dos organismos (...)” (fala interrompida por conta de imprevisto na residência do aluno). Outro estudante continua a reflexão sobre a problemática e acrescenta que: “O que tá acontecendo, a partir do despejo dos resíduos que saem das fábricas que estão dotados de matéria orgânica, vai fazer com que surjam bactérias e se proliferarem, se acumulando na superfície dos oceanos é (...) em uma substância verde que impede é (...) a passagem de luz e que</p>	<p>As ideias apresentadas pelos alunos de forma oral contemplam aspectos não mencionados na conclusão escrita, pois eles agora explicam o agente poluidor e como a eutrofização afeta a sobrevivência dos peixes. Observa-se que o estudante recorre a algumas evidências descobertas nas atividades práticas, citando o transporte de fertilizantes, a diminuição do oxigênio dissolvido na água, a</p>





consequentemente, diminui o oxigênio no ambiente aquático, fazendo com que os peixes morram por asfixia”. O aluno retorna sua conexão na aula e continua: “Pelas evidências que foram mostradas, dava-se pra perceber que naquele rio, naquela fonte de água é... houve uma proliferação muito grande de organismos decompositores e essa subpopulação ocasionou também a morte dos mesmos e com isso é (...) a ausência de oxigênio presente na água, o que vai acabar com as formas de vidas mais sensíveis, nesse caso, os peixes, deixando sobreviver apenas os organismos que são referidos como os bioindicadores da má qualidade da água”. A pesquisadora então pergunta como resolver essa situação-problema. Assim o aluno responde: “um manejo mais consciente e que de certa forma seja mais proveitoso, dentre as possibilidades seria justamente, transformá-lo (o esgoto) em biomassa, é (...) convertê-lo, no caso, extrair a parte líquida de água e eventualmente purificá-la pra utilizá-la com outro propósito, a parte orgânica sólida, pode ser usada como fertilizante natural, e a parte gasosa, poderia ser utilizada para converter e gerar energia elétrica”.

proliferação de microrganismos e os bioindicadores da má qualidade da água, informações obtidas, respectivamente, a partir do registro fotográfico, análise química da água, experimento e biomonitoramento. Essas evidências estão articuladas de modo a justificar o problema investigado. O aluno não especifica o tipo de processo poluidor da água. Isso não significa que o mesmo desconheça essa informação, pois na conclusão escrita foi citado a eutrofização como fenômeno poluidor da água na cidade C. Além disso, a linguagem oral também apresenta novos termos próprios da ciência como: asfixia, organismos decompositores, bioindicadores e biomassa.

Fonte: Elaboração própria.

A equipe 6 elaborou uma conclusão que diverge de sua hipótese inicial. Nesta conclusão (escrita e oral), a equipe conseguiu elaborar argumentos contemplando todos os aspectos envolvidos na problemática, articulando inclusive várias evidências com os conhecimentos científicos. Tais evidências observadas pelo estudante, durante sua exploração de dados criou um clima de investigação, que é “uma forma de inserir os estudantes no universo da Ciência” (BRICCIA, 2019, p. 125). Portanto, verifica-se um salto qualitativo na argumentação da equipe quando comparamos o conteúdo das hipóteses com o das conclusões. A variedade de evidências nas conclusões escrita e oral da equipe 6 contribuiu para a construção de argumentos mais completos, por isso, Sasseron (2019, p. 47), afirma que:

a análise de dados e evidências é um processo que possibilita o reconhecimento de variáveis e o estabelecimento daquelas que são relevantes para o problema em questão. Essa análise também permite estudar hipóteses e conjecturar sobre





condições favorecendo a avaliação do que se investiga e, portanto, consolidando justificativas e refutações para a conclusão do problema.

Quadro 5 - Conclusões formuladas pelos estudantes sobre a situação-problema D durante a aplicação da SDI- “Água: poluição e impactos no meio ambiente”.

Conclusões com ênfase na poluição por assoreamento.	Análise e discussão
Conclusão apresentada nos registros escritos da Equipe 10: investigou a situação-problema da Cidade D (turma 2) <i>Partindo-se devidamente ao exposto em D, era notável um processo contínuo de perda do volume útil do reservatório. Através do relatado, e por meio das informações a mim disponibilizadas atento que o ambiente está a sofrer intenso e progressivo processo de assoreamento. Tese devidamente comprovada pelas provas em exposto, pois ao analisar-se o processo de evolução da ocupação urbana e do estado do lago, tem-se por evidente ampla diminuição da flora ciliar, e o amplo processo de redução do volume útil do manancial. Processos intimamente ligados, dado que o assoreamento é lastimavelmente intensificado pela remoção da vegetação que recobre as margens. Sendo crucial para reversão do problema, um processo gradativo de retorno ao estágio anterior. Reflorestando-se as margens e respeitando-se os limites de ocupação por parte da progressão urbana.</i>	Dentre as diversas ideias propostas inicialmente pela equipe ao elaborar sua hipótese, somente aquela relacionada ao assoreamento estava correta. Nesse texto, a equipe aponta uma evidência que encontra ao longo da investigação ao referir-se sobre a ocupação urbana demonstrada no registro fotográfico. Também acrescenta em sua conclusão iniciativas para solucionar o problema. Entretanto, ainda faltam mais explicações sobre o agente poluidor, a fonte deste poluente e como o mesmo afeta o volume da lagoa, pois não está claro como a remoção da mata ciliar influencia no processo de assoreamento.
Conclusão apresentadas de forma oral da Equipe 10: investigou a situação-problema da Cidade D (turma 2) O aluno comenta: “foi um efeito do crescimento indiscriminado da cidade, é (...) não respeitando a questão do bioequilíbrio é (...) das fontes de água e, específico nesse caso, (...) especialmente pela remoção da mata ciliar, o que impediu que ela ajuste como um filtro, e, bem, provocou um assoreamento muito intenso e isso foi causando o raseamento da lagoa até que chegou a ponto de se resumir a poças d’água”. A pesquisadora estimula a participação da outra equipe, perguntando se conhecem o processo do assoreamento. Nesse sentido, um aluno responde: “sim, é a questão do acúmulo da areia que faz com que a água... diminua o volume da água”.	Neste diálogo os alunos indicam o agente poluidor e como ele afeta o volume do rio. Contudo, ainda não está explícito a fonte/origem dessa areia que se deposita na água, ou seja, de onde ela vem.

Fonte: Elaboração própria.

Observamos que a equipes 10 conformaram suas hipóteses e diante das pesquisas conseguiram apresentar explicações com maior diversidade de aspectos sobre a situação-





problema investigada. Considerando as informações apresentadas de forma escrita e oral, a equipe conseguiu superar significativamente a ausência de detalhes na hipótese inicial. A investigação contribuiu para revelar novos conceitos e processos relacionados à poluição da água, antes desconhecidos pelos alunos como o processo de acidificação. Por isso, a quantidade de conclusões com ênfase na poluição por contaminação diminuiu. As equipes que elaboraram explicações para seu problema, concluíram que o mesmo está associado à poluição da água. Isso ocorreu por que todas as evidências disponibilizadas no site dão esse direcionamento. Por isso, não há conclusões enfatizando outras causas não relacionadas à poluição.

Percebemos a evolução na diversidade de aspectos presentes nas conclusões construídas pelos estudantes. A frequência desses elementos relevantes para a construção de uma explicação científica aumentou nas conclusões de todas as equipes. Isso representa um resultado positivo quanto à evolução no grau de complexidade conceitual nas conclusões dos estudantes.

A partir das informações elencadas no relatório de observação da prática docente, definimos as principais ações intelectuais desenvolvidas pelos estudantes durante os encontros e suas respectivas contribuições. Dentre elas destaca-se: a construção de hipóteses (descritas no Quadro 1), exercício da argumentação, transformação dos dados em evidências, visto que os alunos conseguiram analisar os dados e reconhecer as evidências importantes para solucionar sua situação-problema, como demonstra as seguintes citações a seguir de dois estudantes:

“primeiramente, foi pelo experimento que a senhora fez, pelo vídeo lá, e depois pela biblioteca virtual, aí no vídeo a senhora, fazia o experimento com o repolho roxo e justamente a senhora ia e soprava (...) não! a senhora dividia o suco de repolho roxo entre dois copos e em um a senhora soprava por 20min ou mais. Aí, com isso e a biblioteca virtual, deu pra descobrir que era a acidificação (...)” (ESTUDANTE 1).

“tinha um trabalho de pesquisa, aí ia ver a concentração de metal, aí geralmente usa a espécie que é... ela é mais sensível a concentração, se tem ou não metal, é (...) eu esqueci o nome agora da espécie, mas como colocado, percebeu que a concentração era muito alta, por que a taxa que é a medida, por exemplo é (...) a concentração pela 50% da espécie morreu ou não, nessa substância, então a concentração tava muito alta pra essa espécie e foi constatado que tinha um





metal e também... o negro de eriocromo T, também quando ele fica avermelhado, quando você coloca uma substância e ele fica avermelhado(...) significa que há metal naquela água” (ESTUDANTE 2).

A construção coletiva das hipóteses e conclusões forneceu condições importantes de um ambiente de aprendizagem equitativa onde, conforme Cohen e Lotan (1997), os alunos vêem uns aos outros como pares competentes, cujas contribuições são importantes e necessárias para a resolução de problemas. Tais ações intelectuais que culminaram durante a investigação são importantes, pois aproximam o aluno de práticas próprias da ciência, contemplando o aspecto “aprender a fazer ciência” (SCARPA, 2018, p. 28), princípio básico da alfabetização científica.

Após a aplicação da etapa e da SDI: “Água: poluição e impactos no meio ambiente”, quando questionados sobre a importância de saber investigar problemas, os estudantes indicaram em suas respostas três justificativas principais, apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Percepção dos alunos sobre importância de saber investigar problemas, diante da experiência de participação na etapa 2 da SDI: “Água: poluição e impactos no meio ambiente”.

Categorias	Descrição dos alunos	Frequências Relativas
Desenvolve a habilidade de resolver problemas em outros contextos	<ul style="list-style-type: none">➤ “Esse processo de investigação nos leva a solucionar problemas futuros e amenizar problemas do presente, enfim, é algo de extrema importância”.➤ “porque são com as soluções que aprendemos”➤ “Como seres individuais pertencente à uma sociedade, precisamos trabalhar ainda na fase escolar a ação e a resolução de problemas, que podem formar um adulto consciente e preparado para algumas situações e obstáculos durante a vida”.➤ “não só na escola temos que solucionar problemas, mas na vida tbm”.➤ “pois ao investigar o problema você se coloca no lugar de descobrir a razão de haver ele e descobrir uma solução para o mesmo. Saber solucionar problemas chama atenção em qualquer lugar: na escola, no trabalho, na família”.➤ “Para melhorar... resolução de problemas cotidianos”.➤ “podemos refletir sobre o problema e resolve-lo da melhor forma possível”.➤ “ao investigar é gerada uma conclusão de como é o problema,	42,11%





	possibilitando a criação de hipóteses e soluções”.	
Promove a compreensão contextual dos assuntos	<ul style="list-style-type: none">➤ “é algo que é presente no cotidiano”.➤ “é preciso investigar e ir a fundo nos conhecimentos, abrindo assim os nossos olhos para a realidade daquela problemática”.➤ “é a aplicação do que vemos na aula no dia a dia”.➤ “porque os problemas fazem parte do nosso cotidiano e precisamos pensar em formas de solucioná-los”.➤ “a partir dessa investigação podemos observar problemáticas importantes que afetam a sociedade”.➤ “porque é basicamente uma simulação dos problemas reais da nossa rotina e que muitas vezes deixamos passar despercebidos ou não agimos para descobrir as causas e soluções”.	31,58%
Favorece uma educação científica	<ul style="list-style-type: none">➤ “É um fator essencial na construção de uma educação científica e sobretudo de uma sociedade com capacidade mínima de produzir e compartilhar informações viáveis e verídicas”.➤ “é importante instigar a busca a novas informações, com o intuito de se construir uma sociedade informada e questionadora”.➤ “Para melhorar o senso crítico”➤ “... além de desenvolver nosso lado crítico e despertar a conscientização”.➤ “Nos tempos atuais vivemos na era da fake news. São muitos autointitulados "cientistas" pregando opinião. Uma das causas desse fenômeno está na má educação. Há um abismo entre o conhecimento científico de verdade e a massa. O colégio, com suas metodologias, deve ser a ponte”.	26,32%

Fonte: Elaboração própria.

A primeira justificativa aponta que saber investigar desenvolve a habilidade de resolver problemas em outros contextos, utilizando os conhecimentos/informações em outras disciplinas escolares ou situações cotidianas, para além do ambiente escolar. Este aspecto é pertinente, pois ao extrapolar os contextos, os alunos podem transferir conceitos, processos e habilidades para resolver problemas em novas experiências, ampliando sua compreensão e habilidades conceituais (BYBEE et al. 2006).

A segunda justificativa explica que saber investigar promove a compreensão contextual do assunto. Capecchi (2019, p. 24) concorda com essa perspectiva, pois afirma que a ênfase nos processos de investigação favorece o “envolvimento dos estudantes no questionamento daquilo que parece natural e corriqueiro em sua vivência diária”, assim, cria-se um “olhar diferenciado das situações que costumam vivenciar no cotidiano”. O terceiro aspecto justificado pelos alunos corresponde ao fato de que investigar favorece





uma educação científica, pois implica no desenvolvimento do pensamento crítico. Este aspecto converge com o pensamento de Demo (2010) segundo o qual uma aprendizagem voltada para a pesquisa é o embasamento da cidadania que sabe pensar, argumentar e produzir textos bem fundamentados.

4 Considerações Finais

Percebemos que os alunos conseguiram superar a visão simplista de poluição como sinônimo de contaminação. Além disso, os estudantes reconheceram a existência de outros processos poluidores da água, refletindo sobre novos conceitos como impactos antropogênicos relacionados à acidificação, eutrofização e assoreamento, magnificação trófica, bioacumulação, sociedades sustentáveis e lixiviação. As atividades também contribuíram para a aprendizagem de conteúdos procedimentais e atitudinais, contemplando os principais eixos da alfabetização científica. Nesse sentido, os alunos se aproximaram da cultura científica, especialmente ao buscar informações por meio de pesquisas/exploração de dados, analisar experimentos, elaborar hipóteses, e construir explicações. Essa aproximação é importante pedagogicamente por que, dessa forma, os alunos aprendem mais sobre a natureza da Ciência, participam efetivamente da construção do conhecimento, conseguem argumentar sobre temas da Ciência que influenciam sua vida, a sociedade e o ambiente, elaborando raciocínios complexos, conduzindo assim para uma aprendizagem significativa e efetiva.

A abordagem didática de problemas socioambientais com viés investigativo permitiu que os estudantes estabelecessem relações entre Ciência, Sociedade e Ambiente, potencializando sua argumentação oral e escrita, onde percebemos a inserção de elementos de uma educação ambiental crítica. Essa visão crítica, ampla e contextualizada do conhecimento científico ajuda a superar visões deformadas e empobrecidas da Ciência. Portanto, a sequência didática investigativa apresentada neste trabalho pode ser útil para docentes que desejam desenvolver uma ação pedagógica baseada na





investigação, a fim de proporcionar um ambiente de aprendizagem ativa, interativa e colaborativa.

Referências

- AVILA, A. M.; R. LINGNAU. Crise ambiental, ensino de biologia e educação ambiental uma abordagem crítica. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 2, maio/ago. p. 137-150, 2015.
- BRICCIA, V. Sobre as natureza da Ciência e o ensino. *In*: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.) **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2019. cap. 3, p. 111 – 128.
- BYBEE, R. W. ; TAYLOR, J. A. ; GARDNER, A.; SCOTTER, P. V.; POWELL, J. C.; WESTBROOK, A.; LANDES, N. **The BSCS 5E Instructional Model: Origins and effectiveness**. [S.l.]: Office of Science Education. 2006.
- CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de Ciências. *In*: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.) **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2019. cap. 3, p. 21 – 39.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Org.) **A Necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.) **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2019.
- COHEN, E. G.; LOTAN, R. A. Working for equity in heterogeneous classrooms: sociological theory in practice. **Sociology of education series**, v. 1, 1997.
- DAMIANI, M. F. ROCHEFORT, R. S. CASTRO, R. F. DARIZ, M. R. PINHEIRO, S. **S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica**. Pelotas, 45, 2013.
- DEMO, P. **Educação e alfabetização científica**. [S.l.]: Papirus. 2010.
- EITERER, C. L. **Metodologia de pesquisa em educação**. Belo Horizonte: UFMG, Faculdade de Educação, 2010.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. 71. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2021.





LÜDKE, M.; ANDRÉ, D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

PAULA JÚNIOR, F. **Governança hídrica**. In: JUNIOR, L. A. F. (Org.): **Encontros e Caminhos: Formação de Educadoras(es) Ambientais e Coletivos Educadores**. Vol. 3. Brasília: MMA/DEA, 2013.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

OLIVEIRA, C. M. A. O que se fala e se escreve nas aulas de Ciências? In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.) **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2019. cap. 3, p. 63 – 75.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.) **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. [S.l.:s.n.], 2019, cap. 3, p. 41 – 62.

SCARPA, D. L., SILVA, M. B. A. Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In A. M. P. de Carvalho (org.), **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning. 2019. p. 129–152.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Rev. Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, 2018.

SEDANO, L. Ciências e leitura: um encontro possível. In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.) **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2019. cap. 5, p. 77 – 92.

