

EXPLORANDO A CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS ATRAVÉS DA TRAJETÓRIA HIPOTÉTICA DE APRENDIZAGEM E DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Sophia Cunha Quintella
Natany Dayani de Souza Assai
Everton Bedin

Resumo

Este estudo engloba a metodologia de Resolução de Problemas (RP) aplicada na Trajetória Hipotética de Aprendizagem (THA), para abordar o conteúdo de cadeias/teias alimentares a partir da temática de impactos ambientais. Os dados referem-se à intervenção planejada e conduzida por uma bolsista do Programa Institucional de Residência Pedagógica (PIRP) em uma turma de 7º ano do ensino fundamental. Utilizou-se a Análise de Conteúdos (AC), com a emergência das categorias C1, C2, de cunho conceitual, e C3, atrelada à conscientização ambiental, identificadas tanto no planejamento quanto na execução da aula. Os resultados deste estudo demonstram que a combinação de RP e THA se mostra uma proposta promissora para a formação inicial e continuada de professores de Ciências e de outras disciplinas que tenham interesse em adotar essa abordagem metodológica. Além disso, permite que os docentes estimulem a reflexão crítica e a construção de conhecimentos significativos pelos estudantes. A temática dos impactos ambientais, abordada por meio de cadeias e teias alimentares, contribui para a conscientização ambiental dos alunos, preparando-os para enfrentar os desafios socioambientais contemporâneos. Por fim, o estudo evidencia o potencial das metodologias ativas para fortalecer a formação docente em Ciências e promover práticas pedagógicas mais reflexivas e contextualizadas.

Palavras-chave: resolução de problemas; trajetória hipotética de aprendizagem; impactos ambientais; análise de conteúdo.

EXPLORING CONTEXTUALIZATION IN SCIENCE TEACHING THROUGH HYPOTHETICAL LEARNING PATH AND PROBLEM SOLVING

Abstract

This study encompasses the Problem Solving (RP) methodology applied in the Hypothetical Learning Trajectory (THA), to address the content of food chains/webs based on the theme of environmental impacts. The data refer to the intervention planned and conducted by a scholarship holder from the Pedagogical Residency Program (PIRP) in a 7th year elementary school class. Content Analysis (AC) was used, with the emergence of categories C1, C2, of a conceptual nature, and C3, linked to environmental awareness, present both in the planning stage and in the development of the class. The results of this study demonstrate that the combination of RP and THA is a promising proposal for the initial and continued training of science teachers and other disciplines who are interested in adopting this methodological approach. It also allows teachers to encourage critical reflection and the construction of significant knowledge by students. The theme of environmental impacts, addressed through food chains and webs, contributes to students' environmental awareness, preparing them to face contemporary socio-environmental challenges. Furthermore, the study highlights the potential of active methodologies to strengthen teacher education in science and to promote more reflective and contextualized pedagogical practices.

Keywords: problem solving; hypothetical learning trajectory; environmental impacts; experimentation; content analysis.

EXPLORANDO LA CONTEXTUALIZACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS A TRAVÉS DE LA TRAYECTORIA HIPOTÉTICA DE APRENDIZAJE Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Resumen

Este estudio abarca la metodología de Resolución de Problemas (RP) aplicada en la Trayectoria Hipotética de Aprendizaje (THA), para abordar el contenido de las cadenas/redes tróficas con base en la temática de impactos ambientales. Los datos se refieren a la intervención planificada y llevada a cabo por un becario del Programa de Residencia Pedagógica (PIRP) en una promoción de 7º año de educación básica. Se utilizó el Análisis de Contenido (AC), surgiendo las categorías C1, C2, de carácter conceptual, y C3, vinculada a la conciencia ambiental, presentes tanto en la etapa de planificación como en el desarrollo de la clase. Los resultados de este estudio demuestran que la combinación de RP y THA es una propuesta prometedora para la formación inicial y continuada de profesores de Ciencias y otras asignaturas que estén interesados en adoptar este enfoque metodológico. También permite a los docentes fomentar la reflexión crítica y la construcción de conocimientos significativos por parte del alumnado. El tema de los impactos ambientales, abordado a través de cadenas y redes alimentarias, contribuye a la conciencia ambiental de los estudiantes, preparándolos para enfrentar los desafíos socioambientales contemporáneos. Además, el estudio evidencia el potencial de las metodologías activas para fortalecer la formación docente en Ciencias y promover prácticas pedagógicas más reflexivas y contextualizadas.

Palabras clave: solución de problemas; trayectoria de aprendizaje hipotética; impactos ambientales; experimentación; análisis de contenido.

INTRODUÇÃO

As tendências contemporâneas no campo educacional valorizam a contextualização, buscando conectar os conceitos ensinados em sala de aula com a vida real dos alunos (Brasil, 2018; Santos, Schnetzler, 1996). Segundo Vygotsky (2001), o conhecimento é construído socialmente por meio da interação com outras pessoas e com o ambiente. Portanto, ao contextualizar o ensino, os educadores devem considerar as experiências prévias, as vivências e as realidades socioculturais dos alunos.

Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza a necessidade de os educadores abordarem os conteúdos de forma interdisciplinar, relacionando-os com os diversos aspectos da vida cotidiana dos alunos, com o objetivo de trazer para a sala de aula exemplos, situações-problema e experiências que permitam aos estudantes compreenderem a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos (Brasil, 2018).

Consoante ao documento, há um consenso na educação em Ciências quanto à importância de trabalhar a partir de temas significativos para os alunos, os quais demandam diferentes conformações metodológicas. Dentre elas, destaca-se a Resolução de Problemas (RP). Esta metodologia passou a ser utilizada no ensino de Ciências a partir da década de 1990 como uma variação do método canadense *Problem Based Learning* (PBL). Desde então, observa-se uma diversidade de compreensões terminológicas que levam alguns autores a considerarem RP e PBL como sinônimos. Neste estudo, reconhece-se a existência de aproximações entre os conceitos, contudo, compreende-se a RP como um método mais especificamente direcionado à aprendizagem

de conhecimentos científicos por meio da resolução de situações-problema (Assai, Bedin, 2024a; Assai, Bedin, 2024b).

A RP permite trabalhar problemas cotidianos em sala de aula utilizando conceitos científicos e possibilitando maiores discussões e aprofundamento dos alunos em um determinado tema por meio de questões abertas e sugestivas (Assai, Bedin, Silva, 2023). Isso também torna a aula mais dinâmica e dialógica, gerando maior interação entre aluno-aluno e aluno-professor.

Nesse quesito, diversos autores debruçam suas pesquisas sobre os aspectos necessários para elaborar problemas de boa qualidade em prol dos seus objetivos de aprendizagem (Graulich, 2015; Meirieu, 1998; Ribeiro, Passos, Salgado, 2020). No presente estudo, o referencial teórico adotado para a elaboração de problemas utiliza os pressupostos de Ribeiro, Passos e Salgado (2020), que condicionam um problema *eficaz* a quatro características: i) contextualiza o tema à realidade do aluno e aproxima à questão proposta; ii) suscita reflexão crítica sobre o tema; iii) motiva o aluno a buscar soluções; e iv) propõe hipóteses e/ou tomada de decisão.

Utilizar problemas em sala de aula exige do professor adaptações metodológicas para incorporá-los na explanação do conteúdo científico e relacioná-los a fim de discutir possíveis soluções. Nesse ínterim, o planejamento possui um papel fundamental para executar esse tipo de atividade. Portanto, defende-se, neste estudo, a trajetória hipotética de aprendizagem (THA) como ferramenta de planejamento.

A THA foi inicialmente proposta por Simon (1995) no contexto do ciclo de aprendizagem em matemática, fundamentada em uma perspectiva construtivista e na valorização das concepções prévias dos alunos como ponto de partida para a construção do pensamento matemático. O modelo de Simon, voltado à orientação das práticas docentes, destaca elementos centrais como: a importância das concepções prévias dos estudantes; a elaboração de um *caminho* hipotético para a aprendizagem; a evolução simultânea do conhecimento do professor a partir da interação com os alunos; e a consequente transformação contínua das trajetórias hipotéticas (Simon, 1995; Traldi Jr., Ribeiro, 2024).

A THA é composta por três etapas essenciais: o objetivo estabelecido pelo professor, que define claramente as direções para a aprendizagem dos alunos; as atividades de ensino que são projetadas para alcançar esse objetivo; e, por fim, o processo hipotético de aprendizagem, que envolve o pensamento e a especulação sobre como os alunos podem assimilar o conteúdo apresentado (Broietti *et al.*, 2021; Assai, Bedin, Silva, 2023).

Assim, a THA auxilia educadores a compreenderem as necessidades dos alunos e a adaptarem suas estratégias, antecipando acontecimentos em sala de aula e como agir diante deles (Machado; Assai, 2022).

Em uma transposição da THA para o campo da química, Broietti e colaboradores (2021) apresentaram resultados promissores na aplicação da teoria ao ensino do conteúdo de Soluções. Para isso, elaboraram situações-problema baseadas no tema *medicamentos* como atividades de ensino orientadas pela THA. Após a implementação com alunos do ensino médio, os autores constataram que as situações foram eficazes para revelar as ideias prévias dos estudantes e reforçaram a importância de selecionar temas próximos às vivências do grupo, de modo a potencializar o engajamento e o aprendizado.

Assim, a articulação entre a THA e a resolução de problemas em sala de aula mostra-se uma estratégia eficiente para promover a reflexão crítica e a construção de conhecimentos significativos nos alunos por meio de desafios ancorados em contextos cotidianos ou regionais (Machado, Assai, 2022). A título de exemplo, a investigação de Machado e Assai (2022) no campo da química utilizou temas relevantes para a região ao trabalhar o conteúdo de óxidos a partir da

Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), indústria local de grande projeção na cidade. Partindo desse pontapé inicial, Assai, Bedin e Silva (2023) apresentam uma abordagem didática fundamentada na fusão entre a RP e a THA para a aprendizagem de química, apresentando um exemplo para o estudo de óxidos no ensino médio.

Assai e Bedin (2024a) argumentam que integrar a THA na resolução de um problema eficaz possuem diversas contribuições, a saber:

- i) dar a direção inicial; ii) ajudar a organizar os pensamentos; iii) aumentar a confiança;
- iv) destacar os possíveis obstáculos; v) envolver os alunos ativamente; vi) desenvolver habilidades de resolução de problemas; vii) permitir abordagens criativas; viii) reduzir a ansiedade; e, dentre outros, ix) oferecer feedbacks instantâneos para melhorias (Assai; Bedin, 2024a, p. 134).

Defende-se, neste estudo, que a espinha dorsal da THA reside na discussão e na mediação do problema, uma vez que os aspectos destacados por Simon não se desenvolvem plenamente sem a contextualização que o problema proporciona. Diferentemente da concepção original do autor, que frequentemente tratava as atividades de ensino como exercícios, entende-se aqui que é o problema que desencadeia o processo enunciativo e a construção de significados por meio do diálogo.

Portanto, a questão norteadora desta investigação propõe-se a responder: como desenvolver uma proposta problematizadora voltada ao ensino de Ciências no ensino fundamental que promova um processo dialógico e intencionado de aprendizagem? Nessa vertente, este estudo busca analisar uma proposta metodológica voltada para o ensino de Ciências, utilizando a RP e a THA para trabalhar o conteúdo de cadeias e teias alimentares.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa contempla uma dentre várias atividades desenvolvidas por um residente no âmbito do Projeto de Residência Pedagógica, como a realização de aulas experimentais — sobre o tema de chuva ácida e poluição atmosférica decorrente de rejeitos industriais —, elaboração de jogos relacionados ao conteúdo trabalhado em aula, entre outras. As atividades foram conduzidas em turmas do 6º, 7º e 8º ano — com cerca de 20 alunos —, do ensino fundamental de uma escola pública situada na cidade de Volta Redonda-RJ.

O recorte deste estudo apresenta a elaboração e o desenvolvimento de uma intervenção individual pautada na metodologia de RP e na THA. Portanto, trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa e de cunho exploratório, uma vez que se interessa em investigar um fenômeno, materializado em uma proposta metodológica, e seus desdobramentos.

Durante a vigência do referido projeto, o residente selecionou uma turma de 7º ano do ensino fundamental para acompanhamento, a qual constitui o público-alvo do estudo. Para a realização da intervenção descrita neste documento, a partir de suas observações, o residente coletou as informações necessárias para a elaboração da THA. Já o tema que embasa a problemática foi escolhido em conjunto com o professor preceptor a partir do conteúdo programático da disciplina. A intervenção teve duração de duas horas/aula, como parte introdutória do conteúdo de cadeias alimentares.

O problema e sua respectiva THA foram elaboradas pelo residente e discutidos coletivamente nas reuniões do grupo, visando adequações da proposta até sua execução. Para tanto, foram elaborados dois problemas e suas respectivas trajetórias, utilizando recursos como imagens

e experimentação. A THA elaborada e os procedimentos realizados serão descritos no tópico a seguir.

ELABORAÇÃO DO THA

Problema 1

Objetivo: apresentar e discutir as teias e cadeias alimentares.

Problema 1: Fernanda é uma garota de 10 anos que mora em uma casa com seus pais e seu irmãozinho que acaba de completar 1 ano. Ela é apaixonada por bichos e ama observar todos os que aparecem perto de sua casa; é comum passarem por lá borboletas e outros insetos e répteis como os mabuias, pequenos lagartos típicos do local, que sobrevivem se alimentando de insetos e frutos. Mas, desde nova, Fernanda sonhou em ter um gatinho, e após tanto insistir, seus pais finalmente cederam aos pedidos. Assim, em seu aniversário de 11 anos, seus pais lhe fizeram uma surpresa e a levaram para um local de adoção de filhotes. Após escolher seu gatinho e voltar para casa, Fernanda decidiu procurar na internet como cuidar melhor dele e acabou sabendo por um biólogo que ele devia ser criado dentro de casa, sem acesso à rua. Ao falar com o pai sobre o assunto, ele disse que isso era besteira e se recusou a telar a casa para impedir o acesso do gato à rua. Conforme o gatinho foi crescendo, o bichinho começou a caçar e trazer vários animais para Fernanda, que notou certas mudanças no ambiente onde morava. Alguns animais começaram a desaparecer, como os mabuias, que eram tão presentes no local. Já a população de baratas, que quase não existia, começou a crescer de maneira estranha, mesmo que seu gato caçasse algumas também. Fernanda começou a se perguntar o motivo disso, pois seu gato caçava aproximadamente a mesma quantidade de mabuias e de baratas.

Figura 1: Mabuia



Fonte: Luiz Pessoa/NE10

P: Pessoal, vocês saberiam explicar o motivo de terem mais baratas comparado aos mabuias?

A1: Porque ele caça mais baratas...?

P: Mas foi dito que ele caça aproximadamente a mesma quantidade dos dois. Por que teriam mais baratas?

A2: Porque já tinham mais baratas antes!

P: Fernanda disse que quase não tinham baratas no local, antes do gatinho aparecer. Ok, vamos lá. O que vocês acham que os mabuias comem?

A3: Insetos e frutas, professora. Tá no texto.

P: Isso mesmo. E o que as baratas são?

A1: Insetos!

P: Então o que podemos dizer sobre os mabuias e as baratas?

A2: Que os mabuias comem as baratas. Ah, por isso que não tinham baratas antes, os mabuias comiam elas.

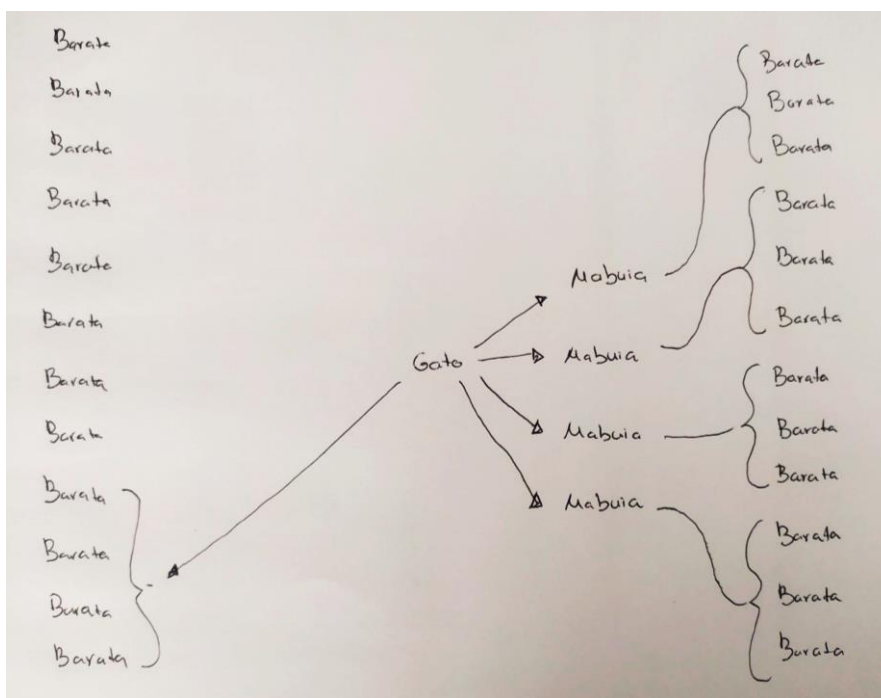
P: Isso aí. Nos ecossistemas, são encontradas as teias alimentares, que são formadas por várias seqüências de organismos em que um serve de alimento para outro. Cada uma dessas seqüências, quando consideradas isoladamente, forma uma cadeia alimentar. Os mabuias e as baratas vão formar uma cadeia alimentar, onde os mabuias se alimentam das baratas.

A2: Mas o gato também come as baratas. Por que só os mabuias comem?

P: Porque tinham várias mabuias e apenas um gato. Os mabuias conseguiam comer várias baratas, deixando o ecossistema equilibrado, mas agora que o gatinho os caçou, ele não consegue pegar todas as baratas que os mabuias pegavam [Desenhar esquema da cadeia alimentar no quadro durante a explicação, como apresentado na Figura 2].

Alguém aqui tem gatos?:

Figura 2: Esquema da cadeia alimentar apresentado para os alunos



Fonte: Próprios autores, 2024.

A1: Eu!

A2: Eu também.

A3: Minha mãe não deixa.

P: E seu gato fica solto ou só fica dentro de casa?

A1: O meu fica solto, mas ele não gosta de sair.

A4: Minha mãe diz que gato tem que ficar solto para fazer exercício.

A2: Meu pai colocou tela na casa toda pros gatos não saírem e morrerem atropelados.

P: Isso é o indicado. Tanto pro gato não se acidentar quanto pra ele não prejudicar o ecossistema local, que não deve sofrer alterações em sua estrutura. Vocês já ouviram falar de espécies invasoras? Pelo nome, o que é possível entender por espécies invasoras?

A1: Que invadem.

P: Mas invadem o quê?

A2: O ecossistema?

P: Exatamente. Quando é introduzida uma espécie invasora, ou seja, uma espécie que não ocorre naturalmente em determinado local, o equilíbrio ecológico de um ecossistema pode ser alterado. Pode causar vários problemas, como a extinção de outras espécies locais ou competição por alimentos, pois essas espécies, na maioria das vezes, não têm predadores naturais no local. O gato é um exemplo disso, pois ele é originário do Oriente Médio, mas foi espalhado por meio de ação humana pelo mundo inteiro. Qual foi a consequência que ele trouxe no problema discutido?

A3: Mais baratas.

P: Isso foi uma das consequências, mas o que ele fez para causar o aumento no número de baratas?

A1: Comeu os lagartos!

P: Isso mesmo. Ele estava diminuindo a população local de mabuias, o que causou um aumento na população de baratas. O que podemos fazer para evitar que isso aconteça?

A2: Deixar o gato preso, igual meu pai fez.

P: Exato, o gato deve permanecer dentro de casa, em um ambiente telado. Não só por causa dos impactos ambientais. Alguém aqui pode me falar outro motivo, além do discutido, de manter os gatos em um ambiente telado?

A2: Pra eles não morrerem!

A1: Sim, eles podem ser envenenados.

P: Isso mesmo. Eles podem ser envenenados ou sofrerem outros tipos de acidente. Também correm o risco de contraírem doenças por ficarem expostos a outros animais. Principalmente os animais que não são castrados, que acabam brigando entre si no período do cio. Por isso é importante ter responsabilidade ao se criar algum animal.

A4: Mas se os gatos ficarem presos, eles não vão fazer exercício direito.

P: Bom, existem outras opções, como o enriquecimento ambiental.

A1: O que é isso?

P: É quando você faz alterações na sua casa para estimular o desenvolvimento do seu animal. Para quem gosta de ficar no Tiktok, lá tem bastante vídeo ensinando como construir camas, prateleiras e outros objetos de enriquecimento para gatos. Outros vídeos comuns no Tiktok são sobre o abandono de animais. Depois dessa discussão, o que podemos dizer sobre a consequência do abandono?

A4: Que vão ter gatos na rua.

A2: Os gatos vão invadir o ambiente e caçar os mabuias.

A1: Ai vai dar problema na cadeia alimentar.

P: Certo. Não só os mabuias, mas outros animais começarão a ser caçados pelos gatos, o que ocasionará em um desequilíbrio dos ecossistemas locais, podendo levar a problemas nas populações dos animais naturais do ambiente. É preciso lutar contra o abandono, pois além de ser cruel, ainda pode trazer várias consequências para os ecossistemas locais.

Fonte: Próprios autores, 2024.

Problema 2

Objetivo: Investigar os possíveis problemas causados pelos impactos ambientais e promover a conscientização sobre os impactos ambientais de origem antrópica e valorização da defesa da integridade ambiental.

Problema 2: Seu José mora em uma cidade do interior bem calma. Tirando o problema de vazamento que ocorreu em uma mineradora local, quase nada de interessante acontece. Por não terem um salário tão alto, ele e sua esposa alimentam a família como podem, e muitas vezes a comida do dia vem das pescas que Seu José realiza no rio próximo de sua residência. Porém, de uns tempos para cá, todos em sua casa começaram a ter sintomas estranhos, como problemas gastrointestinais e fraqueza muscular. Ao irem ao médico, foi constatado que eles apresentavam intoxicação por mercúrio. Por ser bem humilde, Seu José nunca terminou a escola e não conseguia entender o motivo da intoxicação, sendo que a mineradora não ficava muito próxima de sua casa.

P: E aí, gente? Vocês poderiam responder a dúvida do Seu José? Por que a família acabou sendo intoxicada?

A1: A mineradora.

A2: Por causa dos peixes.

P: As duas respostas estão certas. Mas vamos entender tudo aos poucos. O que o texto fala sobre a mineradora local?

A3: Que teve um vazamento.

P: Isso. E vazou mercúrio, certo? Alguém sabe o que é o mercúrio?

A3: Não.

A2: É o que tem no termômetro, certo?

P: Isso. O mercúrio é um metal e é considerado uma substância tóxica. Para onde vocês acham que essa substância foi após o vazamento?

A1: Para os peixes.

A2: Para o rio todo.

P: Exatamente. O mercúrio vazou para o rio e acabou interferindo no ecossistema local. Por ser considerado um metal pesado, sua contaminação pode ocasionar intoxicação. E o que acontece então se o Seu José alimentar sua família com os peixes contaminados?

A1: Contamina a família.

A2: Eles ficam doentes.

A3: Mas a mineradora fica longe da casa. Não era pra eles estarem contaminados.

P: Isso ocorre pois o mercúrio tem a capacidade de se acumular ao longo das cadeias alimentares. Em certos casos, ao se alimentar de plantas contaminadas, um animal herbívoro vai acumular em seu corpo quantidade maior dessa substância tóxica do que a existente no corpo das plantas. Se um animal carnívoro se alimenta de herbívoros contaminados, passará a ter acumulado em seu corpo quantidade ainda maior da substância tóxica. Então, alguns peixes que contenham mercúrio acumulado podem se deslocar pelo rio e acabar perto da casa do Seu José [Apresentar esquema - Figura 3].

Figura 3: Esquema da toxicidade cumulativa apresentado para os alunos



Fonte: Próprios autores, 2023.

P: Tanto o primeiro problema quanto o segundo podem ser considerados impactos ambientais causados diretamente pelo homem: a introdução de espécies invasoras e poluição por rejeitos tóxicos. Também existem os impactos causados de maneira indireta, como o desastre de Mariana. Alguém aqui se lembra do que se trata?

A1: Não.

A2: Foi aquele negócio da lama, não é?

P: Sim. Foi o rompimento de uma das barragens de rejeitos de mineração de uma empresa mineradora, em Mariana, Minas Gerais, ocorrido em 2015. Esse rompimento dizimou a vila de Bento Rodrigues. Os rejeitos e a lama atingiram o rio Doce, afetaram diversos municípios dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo e chegaram ao mar, prejudicando o ecossistema marinho.

P: Nós temos um exemplo parecido que pode ser visto aqui em Volta Redonda, onde há uma montanha de escória perto do rio, no bairro da Brasilândia. O que vocês acham que aconteceria se essa montanha acabasse caindo no rio?

A1: Ia poluir.

A2: Deixar o rio tóxico.

P: Exato, os rejeitos acabariam por poluir o rio, causando vários problemas para o ecossistema local, o que consequentemente afetaria os moradores da região.

P: Que outros exemplos de impactos ambientais nós temos aqui na cidade mesmo, que foram discutidos no bimestre passado?

A1: Não lembro, professora.

A2: O pó da CSN!

P: Isso mesmo. Lembra que o professor falou com vocês sobre a poluição da atmosfera? Mais precisamente a poluição do ar? Nós podemos ver isso por meio de um experimento bem simples. Vamos fazer juntos?

A1: Ok.

A2: Vamos!

[Residente realiza o experimento do ímã, no qual mistura farinha de trigo com limalha de ferro em cima de uma folha papel. Em seguida, passa o ímã por baixo da folha].

P: O que vocês observam acontecer?

A1: Tem pó que tá seguindo o ímã.

P: E de onde vem esse "pó"?

A2: Da CSN.

P: E qual é o papel da CSN no ecossistema de Volta Redonda? O que ela causa no meio ambiente?

A1: Ela polui.

P: Então ela desequilibra o ecossistema atmosférico, certo? O que seria esse "pó" que vem da CSN? Ela é uma empresa siderúrgica, certo? O que as siderúrgicas produzem?

A2: Ferro!

P: Certo, as siderúrgicas produzem diferentes tipos de metais. Esse “pó” que vocês estão vendo mexer são rejeitos lançados pela CSN na atmosfera. Esses rejeitos são resultado da utilização de minério de ferro pela empresa, gerando poluição e várias outras consequências, como doenças respiratórias. Vocês percebem quando limpam alguma coisa e logo depois já fica tudo preto de novo? É por causa dessa poluição. Como vocês acham que devemos lidar com isso?

A3: Reclamar na prefeitura.

P: Isso, devemos cobrar as autoridades responsáveis do Estado por uma maior fiscalização, de maneira mais frequente e séria. É responsabilidade dos cidadãos cobrar os Governos responsáveis, pois eles são os mais prejudicados.

Fonte: Próprios autores, 2024.

COLETA E ANÁLISE DE DADOS

O método de constituição de dados consistiu na gravação em áudio da aula, posteriormente transcrita por meio de escuta e escrita realizadas por um dos autores do artigo, dando origem à Trajetória Real de Aprendizagem (TRA). A transcrição contemplou a totalidade da aula, 2 horas/aula, embora apenas determinados trechos tenham sido selecionados para análise.

O movimento analítico contemplou a THA, elaborada anteriormente, e a TRA, ambas relacionadas com os objetivos específicos descritos no plano de aula, por meio da metodologia de pesquisa de Análise de Conteúdo (AC). Foram contabilizadas 83 unidades de fala durante a THA e 115 unidades de fala após a análise da TRA.

A análise dos dados ocorreu mediante os pressupostos metodológicos da AC, que consiste em um conjunto de técnicas de análise das comunicações a partir da interpretação do conteúdo das mensagens contidas nos documentos. De acordo com Bardin (2011), a AC contempla três etapas: 1) pré-análise; 2) exploração do material; e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação. A pré-análise constitui a fase de organização e preparação do material para a qual se realiza a leitura flutuante dos documentos, a escolha do corpus e a formulação das hipóteses e objetivos para a investigação com base no conjunto de dados que norteiam as direções da análise.

Na etapa de exploração do material ocorrem os processos de codificação e categorização. Como os dados referem-se a diálogos entre professores e alunos, os turnos de fala foram codificados sequencialmente, buscando manter a coerência do diálogo e o contexto das falas; o processo de categorização ocorreu considerando-as como unidades de contexto. Portanto, a definição das categorias ocorreu no momento da análise, ou seja, *a posteriori*. Por fim, a organização dos quadros decorrentes do processo de categorização buscou apreender novas interpretações desses diálogos, descrevendo resultados e estabelecendo inferências acerca das representações conceituais dos alunos a partir da abordagem didática proposta.

Ressalva-se que, para garantir a validade e a confiabilidade da análise de conteúdo, adotou-se a triangulação por pesquisadores (Denzin, 2017). Três pesquisadores participaram do processo analítico, possibilitando validar tanto a estrutura categorial quanto as interpretações produzidas, assegurando consistência interna e coerência teórica nas inferências realizadas. O procedimento de revisão cruzada entre os pesquisadores fortaleceu a fidedignidade interpretativa dos resultados e reduziu vieses decorrentes de leituras isoladas, reforçando o rigor metodológico da investigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As categorias foram elaboradas contemplando o diálogo de professores e alunos na THA e TRA. Ressalta-se que, na etapa de elaboração da THA, a numeração dos alunos foi atribuída de forma aleatória, enquanto na TRA essa numeração foi ajustada de acordo com a identificação das vozes registradas na gravação da aula.

Tal processo resultou na emergência de quatro categorias, codificadas como C1, C2, C3 e C4, as quais foram constituídas a partir dos objetivos conceituais estabelecidos para a THA. No percorrer analítico, foi possível identificar que alguns turnos de fala caberiam em mais de uma categoria, logo, trata-se de categorias não-excludentes. A Tabela 1 apresenta a quantidade, em números e porcentagem, de unidades de fala em cada categoria.

Tabela 1: Categorização das unidades e da porcentagem de fala na THA e na TRA

Categorização	Unidades de contexto	% de falas na THA (aprox.)	Unidades de contexto	% de falas na TRA (aprox.)
	THA		TRA	
C1 - discussão de teias e cadeias alimentares	44	53%	32	28%
C2 - discussão de impactos ambientais de origem antrópica	42	51%	36	31%
C3 - conscientização quanto à valorização da defesa da integridade ambiental	11	13%	12	10%
C4 - outros (não se encaixam nas categorias anteriores)	8	10%	43	37%

Fonte: Próprios autores, 2024.

Nota-se que as duas primeiras categorias (C1 e C2) apresentam mais unidades de fala, tanto na THA quanto na TRA. Contudo, ao vislumbrar as colunas isoladamente, percebe-se que, na THA, C1 possui maior quantidade de unidades, enquanto na TRA a categoria C2 é mais discutida. Isso se deve ao fato de serem o tema principal da aula, necessitando de um diálogo mais aprofundado a respeito. Nota-se também uma divergência entre THA e TRA na quarta categoria (C4). Esse fato pode ser explicado pelos diálogos que surgiram em sala de aula, sem que fossem planejados durante a THA, ou seja, trata-se da clarificação de dúvidas dos alunos e dos diálogos gerados por ramificações do assunto, antes de que fosse necessário voltar ao assunto principal. Com relação ao total de unidades de registro, a THA contempla 105 unidades de contexto, enquanto a TRA abarca 123 unidades de contexto. Esses valores próximos entre a trajetória hipotética e o diálogo real ocorrido em sala de aula divergem dos resultados encontrados por

Broietti e colaboradores (2021) no estudo de química orgânica, os quais passaram de 86 para 172 unidades na TRA, evidenciando o dobro de repostas, ou seja, uma proporção de 1:2 em relação à trajetória inicialmente prevista. Esse índice expressa como a heterogeneidade e as características das turmas aliadas às estratégias pedagógicas adotadas pelo professor influenciam nesse processo dialógico da aula.

Categoria 1 - Discussão de teias e cadeias alimentares

A categoria C1 abarca as unidades de contexto pautadas nas discussões sobre teias e cadeias alimentares. Usualmente, as cadeias alimentares são representadas por diagramas de uma rede alimentar ou trófica nos livros didáticos. Essas representações são descrições gráficas das possíveis e diversas relações alimentares entre indivíduos de diferentes espécies em uma comunidade biológica. Porém, esse modelo simplificado presente nos livros didáticos nem sempre é o melhor modo de ilustrar, pois as relações alimentares se entrecruzam de forma variada, constituindo redes complexas, também conhecidas pelo termo teias alimentares (Almeida, Lima, Pereira, 2019).

Assim, durante a intervenção, a proposta pautou-se em duas maneiras de apresentar as cadeias alimentares: uma mais dinâmica, mostrando que elas estão em constante mudança, dependendo diretamente da população presente no ecossistema a qual faz parte (Problema 1), e outra mais simples, para que fosse possível discutir outros temas atrelados ao tema em questão (Problema 2). Na tabela a seguir são apresentados alguns exemplos de unidades de contexto classificadas dentro desta categoria.

Tabela 2: Exemplos de turnos de fala classificadas em C1

Momento	THA	TRA
Problema 1	P: [...] O que vocês acham que os mabuias comem?	P: Agora, gente, por que vocês acham que a população de barata aumentou?
	A3: Insetos e frutas, professora. Tá no texto.	[...]
	P: Isso mesmo. E o que as baratas são?	A3: Urbanização?
	A1: Insetos!	P: É, pode ter alguma influência. Mas qual foi o motivo principal neste caso específico?
	P: Então o que podemos dizer sobre os mabuias e as baratas?	A2: Porque os lagartos que comem as baratas. Porque o gato começou a comer os lagartos, as baratas continuaram lá.
	A2: Que os mabuias comem as baratas. [...]	
Problema 2	P: Isso. O mercúrio é um metal, e é considerado uma substância tóxica. Pra onde vocês acham que essa substância foi após o vazamento?	P: [...] Ok, gente. Por que vocês acham que ele foi intoxicado?
		A5: Porque a mineradora, ela descarregava lixos que não podia. Aí o peixe fica com mercúrio. Pela quantidade

A1: Foi pros peixes.

que eles comem, quantas vezes que eles comem, eles podem ter se intoxicado pela quantidade.

A2: Pro rio todo.

P: Exatamente. O mercúrio vazou para o rio e acabou interferindo no ecossistema local. Por ser considerado um metal pesado, sua contaminação pode ocasionar intoxicação. E o que acontece então se o Seu José alimentar sua família com os peixes contaminados?

A1: Contamina a família.

Experimento P: Exato, os rejeitos acabariam por poluir o rio, causando vários problemas para o ecossistema local, o que consequentemente afetaria os moradores da região.

Fonte: Próprios autores, 2024.

Consta, por meio dos exemplos, que os alunos já possuíam um bom domínio sobre o assunto, apresentando respostas mais completas para as perguntas do residente do que as respostas elaboradas durante a construção da THA. Isso pode ser explicado pelo fato de o tema já fazer parte do cotidiano dos alunos ou ter sido abordado anteriormente em sala de aula (Oliveira, Oliveira, 2021). Leva-se em conta também a possibilidade de que os alunos, apesar de viverem em um centro urbano, ainda possuam certo contato com a natureza e seus ecossistemas devido a localidade onde estão inseridos (Setta, 2016), uma vez que tais alunos residem em um município que possui uma área de relevante interesse ecológico (ARIE) dentro dos limites da urbanos da cidade.

C2 - Discussão de impactos ambientais de origem antrópica

A categoria C2 compreende unidades de contexto que versam sobre os impactos ambientais derivados da ação do homem. A temática ambiental está intrinsecamente presente no cotidiano dos alunos. Portanto, abordá-la nas instituições de ensino é fundamental para a criação de um posicionamento mais crítico, despertando um maior pertencimento ao ambiente por parte dos alunos e possibilitando um melhor engajamento em iniciativas de conservação do ambiente (Oliveira, Oliveira, 2021).

Identificar impactos ambientais é de extrema importância para que seja possível a implementação de medidas mitigadoras, ou seja, estratégias com o intuito de reduzir ou minimizar os impactos negativos de determinadas atividades humanas sobre o meio ambiente. Apesar de existirem impactos positivos, como projetos de reflorestamento e revitalização de recursos renováveis, grande parte dos impactos antrópicos são negativos e têm causado consequências desastrosas ao meio ambiente (Martins, 2017).

Pensou-se, então, como relacionar o derramamento de substâncias tóxicas (abordagem principal; Problema 2), englobando metais pesados, ou seja, substâncias tóxicas que geralmente são

descartadas de maneira inadequada no meio ambiente, gerando consequências a ele (Lima, Merçon, 2011). Outras abordagens também foram apresentadas intencionalmente, como no Problema 1, o desequilíbrio ambiental causado pelo aumento da população de gatos. Alguns exemplos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Exemplos de falas classificadas em C2

Momento	THA	TRA
Problema 1	<p>P: Exatamente. Quando é introduzida uma espécie invasora, ou seja, uma espécie que não ocorre naturalmente em determinado local, o equilíbrio ecológico de um ecossistema pode ser alterado. Pode causar vários problemas, como a extinção de outras espécies locais ou competição por alimentos [...].</p>	<p>P: Come os lagartos. Por que ele é um problema nesse ambiente? Alguém sabe?</p> <p>A6: Porque ele tá desequilibrando a cadeia alimentar...?</p> <p>P: Exatamente. Mas tem outro motivo também. Este gato é uma espécie invasora. Não é natural do ambiente. Eles vieram de outro lugar, ou seja, o homem trouxe pra cá [...].</p>
Problema 2	<p>P: O que o texto fala sobre a mineradora local?</p> <p>A3: Que teve um vazamento.</p> <p>P: Isso. E vazou mercúrio, certo? Alguém sabe o que é o mercúrio?</p> <p>[...]</p> <p>P: Isso. O mercúrio é um metal, e é considerado uma substância tóxica. Para onde vocês acham que essa substância foi, após o vazamento?</p>	<p>P: Sim, exatamente. Os peixes vão comer algas, ou pequenos organismos que ficam no rio, que foram intoxicados por esse vazamento, não é mesmo? Então, conforme os peixes vão comendo essas algas e organismos já intoxicados, isso vai se espalhando na cadeia alimentar.</p>
Experimento	<p>P: Tanto o primeiro problema quanto o segundo podem ser considerados impactos ambientais causados diretamente pelo homem: a introdução de espécies invasoras e poluição por rejeitos tóxicos. Também existem os impactos causados de maneira indireta, como o desastre de Mariana. [...]</p> <p>A2: Foi aquele negócio da lama, não é?</p>	<p>P: Isso. Em Brasilândia tem uma montanha de escória próxima do rio.</p> <p>A2: Se cair na água não tem volta.</p> <p>P: É, se cair na água vai acontecer o mesmo que aconteceu no problema.</p>

Fonte: Próprios autores, 2024.

Novamente, é visto que os alunos já possuíam certo conhecimento sobre o tema, provavelmente devido ao fato de morarem em uma região onde se encontra a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). Logo, relacionaram o experimento do ímã com a limalha de ferro expelida pela indústria, a qual causa consequências diárias sobre a cidade. Além disso, emergem na TRA outros exemplos de impactos ambientais, como a citada montanha de escória no bairro da Brasilândia. Dessa forma, vê-se que o tema é frequentemente discutido nas escolas locais e faz parte do cotidiano dos alunos (Oliveira, Oliveira, 2021).

C3 - Conscientização quanto à valorização da defesa da integridade ambiental

A Educação Ambiental surge como fruto da necessidade de atuar na transformação da sociedade em direção a um modelo mais sustentável e equilibrado com o meio ambiente (Silva, Leite, 2013).

Corroborando esses pressupostos, a elaboração dos problemas pautou-se intencionalmente em discussões que englobassem problemas ambientais presentes no cotidiano dos alunos e estratégias que promovessem a conscientização, buscando formar cidadãos conscientes da preservação do meio ambiente. A proposta de iniciar o problema a partir da intoxicação por mercúrio e conduzir a discussão sobre o desequilíbrio ambiental envolvendo uma siderúrgica local favorece um maior engajamento dos alunos, pois trata-se de uma situação presente em seu cotidiano. Esse vínculo com a realidade desperta o interesse e motiva a participação, atendendo às características de um problema eficaz (Ribeiro, Passos, Salgado, 2020). Essa constatação é reforçada pelos estudos de Machado e Assai (2022), que também utilizaram a mesma siderúrgica como eixo problematizador para discutir a poluição na cidade, a partir do conteúdo de Óxidos, obtendo como resultado o envolvimento e a participação ativa dos estudantes na atividade.

A abordagem principal desta categoria ocorreu durante a execução do Experimento, mas também está brevemente presente durante a resolução do Problema 2. Os exemplos podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4: Exemplos de unidade de contexto classificadas em C3

Momento	THA	TRA
Problema 2		<p>A2: Então o certo é não comer peixe?</p> <p>*Risos*</p> <p>P: Não, peixe é preciso pro seu organismo. Não pode não comer. O ômega 3, por exemplo, é encontrado em peixes e faz bem ao nosso organismo. Você só precisa fiscalizar, ficar atento aos lugares onde ocorrem vazamentos.</p> <p>A4: Ou seja, não pesque aqui.</p> <p>A1: Não pesque no Rio Paraíba.</p> <p>[Risos]</p>

<p>Experimento</p> <p>P: [...] É por causa dessa poluição. Como vocês acham que devemos lidar com isso?</p> <p>A3: Reclamar na prefeitura.</p> <p>P: Isso, devemos cobrar as autoridades responsáveis do Estado por uma maior fiscalização, de maneira mais frequente e séria. É responsabilidade dos cidadãos cobrar os Governos responsáveis, pois eles são os mais prejudicados.</p>	<p>P: [...]. O que a gente tem que fazer? Para fazer com que isso pare de acontecer?</p> <p>A4: Processa a CSN.</p> <p>P: Não processar, mas...</p> <p>A3: Colocar tudo no [inaudível].</p> <p>P: Mas é a gente que faz isso?</p> <p>A3: Não, é a prefeitura.</p> <p>P: Exatamente, então a gente vai cobrar da Prefeitura e com os Órgãos Responsáveis. Então, cobrando desses Órgãos Responsáveis, eles terão que cobrar da CSN. Mas isso só funciona se todo mundo cobrar junto, não adianta uma só pessoa ir lá.</p>
---	--

Fonte: Próprios autores, 2023.

Com o intermédio dos diálogos, foi possível orientar os alunos de maneira eficaz, proporcionando-lhes a compreensão de que a responsabilidade pela fiscalização recai sobre eles. Foi possível, também, estimular a reflexão sobre o papel de cada indivíduo na manutenção da ordem e na preservação do ambiente ao seu redor (Silva, Leite, 2013). Os autores ressaltam ser essencial promover a conscientização quanto à valorização da defesa da integridade ambiental, principalmente na atualidade, frente aos desafios enfrentados para a preservação e sustentabilidade.

C4 - Outros

Observa-se que, durante a intervenção, ocorreram conversas paralelas ou distrações. Alguns diálogos que não estavam previstos na THA ocorreram durante a TRA, como esclarecimento de dúvidas e outras interrupções. Outros diálogos estavam previstos, mas não se encaixam nas categorias citadas anteriormente (C1, C2 e C3). Alguns exemplos são apresentados no Quadro 4.

Tabela 5: Exemplos de turnos de fala classificadas em C4.

Momento	THA	TRA
Problema 1	A4: Mas se os gatos ficarem presos, eles não vão fazer exercício direito.	P: [...] Por que algumas pessoas decidem não deixar o gato dentro de casa? A2: O gato estraga as coisas também, ele fica arranhando...

P: Bom, existem outras opções, como o enriquecimento ambiental.

A1: O que é isso?

P: É quando você faz alterações na sua casa pra estimular o desenvolvimento do seu animal [...].

P: Sim. Ele pode também precisar de um espaço... E o que a gente faz pra melhorar isso pro gatinho?

A3: Colocando arranhador.

A7: Passear, pode ser colocar arranhador.

Problema 2

A3: O Seu José não morreu então?

P: Isso, ele só teve sintomas leves pois a quantidade de mercúrio no organismo dele não foi o suficiente para matar. Ele não estava tão intoxicado.

A5: O mercúrio passa pros filhos?

P: Eu não posso afirmar com certeza, mas alguns elementos são cumulativos, sim, acabam intoxicando descendentes.

Experimento

P: Isso. Normalmente são problemas respiratórios, mas também podem causar outros tipos de problemas. Gente, nós temos um experimento aqui pra ilustrar o que estamos conversando sobre saber se o ar que respiramos está limpo. Vocês querem fazer aqui?

Turma: Sim!

A3: Vai explodir?

[Risos]

P: Não, nada de explosão hoje.

Fonte: Próprios autores, 2023.

Nota-se que os diálogos alocados em C4 possuem aspectos distintos, por exemplo a solicitação de informação, onde é pedida a clarificação de dúvidas apresentadas pelos alunos ou a extensão de um assunto abordado durante a realização da aula (Monteiro, Teixeira, 2016). Isto é, grande parte desses diálogos não foram previstos durante a elaboração da THA. Alguns alunos participaram de maneira mais ativa nas interações orais; entretanto, a turma, de forma geral, acompanhou atentamente o diálogo, reagindo com expressões e mostrando interesse, apesar de não contribuir verbalmente.

Também foram observadas situações em que a fala do aluno gerou certa descontração, desviando do tema principal, mas sem atrapalhar a aula ou prejudicar o diálogo. Foi possível

estabelecer uma aula mais dialógica apoiada na resolução de problemas, em que os estudantes assumem uma postura ativa em sua própria construção de conhecimento (Broietti *et al.*, 2021).

Dessa forma, ainda que tais unidades não estejam relacionadas diretamente aos objetivos conceituais da aula, apresentam-se como relevantes para estabelecer relações preliminares e dúvidas sobre os conceitos. Desse ponto de vista, o estreitamento das interações entre professor/aluno e aluno/aluno também são valorizadas no desenvolvimento da aula.

Tais afirmações são corroboradas, mediante a Tabela 1, visto que na etapa de planejamento da THA apenas 10% das unidades estavam alocadas em C4, e na TRA há 37% das unidades pertencentes à C4. Logo, 90% das unidades de contexto previstas envolveram questões conceituais, as quais reverteram-se em 67% quando executadas em sala de aula. Em face aos resultados, ressalta-se a potencialidade da atividade desenvolvida, dada a representatividade das categorias C1, C2 e C3, de cunho conceitual, se comparada à C4 tanto na THA quanto na TRA.

Diante desse percentual elevado, é possível notar que a THA tal qual a TRA priorizou o diálogo para construir os conceitos de cadeias alimentares mediante a elaboração de perguntas que encaminhassem para a discussão do problema apresentado. Diversos autores (Chin, Osborne, 2008; Sanmartí, Bargalló, 2012; Machado, Sasseron, 2012) ressaltam a importância da construção de uma boa pergunta para o processo dialógico em sala de aula. Machado e Sasseron (2012, p. 31) conceituam as perguntas como “[...] um instrumento dialógico de estímulo à cadeia enunciativa [...] com propósito didático dentro da estória da sala de aula para traçar e acompanhar a construção de um significado e um conceito”. Logo, a elaboração do processamento hipotético estimula a criação de hipóteses e especulação do pensamento dos alunos em prol da construção dos conceitos intencionados. Nesse caso, há a necessidade de simular *perguntas* para encaminhar a discussão e fomentar a participação do grupo nesse processo.

No contexto da formação inicial, os futuros professores, devido à ausência de experiência, demonstram dificuldades em realizar tais encaminhamentos na aula. Desse modo, considerando os desafios de uma prática docente problematizadora — fundamentada no processo dialógico mobilizado pelo professor — e, sobretudo, da implementação da RP em aulas de Ciências, o processamento hipotético possibilita um caminho fértil para o futuro professor antever e planejar o *caminho* dessa discussão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se que a adoção da metodologia de RP integrada à THA trouxe benefícios, pois esta desempenhou um papel essencial na orientação e na previsão dos diálogos em sala de aula. Além disso, cabe ressaltar que elaborar os problemas foi um desafio, e que tanto o problema quanto a THA foram discutidos e validados com os demais integrantes do grupo (residentes, professor preceptor e coordenador).

No contexto da elaboração de problemas para serem trabalhados em sala de aula, é fundamental buscar riqueza de detalhes, boa contextualização e aproximação com a realidade dos alunos. Nesse sentido, as inteligências artificiais (IA) podem ser uma ferramenta valiosa para a construção dessas situações, sem substituir o olhar crítico do professor, mas auxiliando na produção textual de maneira adequada à tarefa e ao nível de linguagem de cada série/ano. Além disso, a IA pode apoiar os professores na formulação de perguntas mais elaboradas que incentivem a participação do grupo. Outra possibilidade é buscar apoio interdisciplinar com colegas de outras áreas como língua portuguesa, estimulando a autoria dos próprios residentes e fortalecendo a interdisciplinaridade.

O movimento comparativo da THA e da TRA permitiu aferir relevância da proposta a nível conceitual, uma vez que as categorias C1 e C2, relacionadas aos conceitos de interesse, estiveram presentes na etapa de planejamento e na execução da aula.

Foi possível abordar a categoria C3, que tratou de assuntos capazes de beneficiar não apenas os alunos, mas também a sociedade como um todo, promovendo um futuro mais sustentável e equilibrado. Por meio da categoria C4, foi possível observar diálogos relacionados com as categorias anteriores, as quais também apresentaram importância para a aprendizagem dos alunos, apesar de não serem classificadas nas categorias C1, C2 e C3.

Como observado, houve uma boa resposta dos alunos durante a aplicação da intervenção, assim como comentários positivos sobre o desempenho deles após a intervenção. Assim, foi possível identificar as contribuições à aprendizagem dos estudantes oferecidas pelas metodologias adotadas. É importante ressaltar que, embora o estudo tenha se mostrado eficaz nessa turma específica, sua aplicabilidade está condicionada ao diagnóstico preliminar, em que o problema e THA devem ser adaptadas de acordo com as características dos alunos.

Tanto a RP quanto a THA podem apresentar limitações em contextos nos quais há pouca interação entre os estudantes ou conhecimentos superficiais sobre os temas abordados, o que pode dificultar a realização do diálogo proposto. Por outro lado, é igualmente possível que em turmas muito interativas, as quais tendem a desviar-se do tópico principal, o professor encontre dificuldades para reconduzir o diálogo de volta à estrutura planejada pela THA.

Assim, vale ressaltar que tal proposta foi possível dado o engajamento coletivo do grupo; as orientações do preceptor, de cunho conceitual e de diagnóstico preliminar da turma; a criatividade do residente na elaboração do problema e planejamento da aula pautados na RP e THA; a condução da proposta e o fornecimento do suporte teórico por parte do coordenador; e o auxílio na reelaboração e nos ajustes do problema da THA nas reuniões coletivas do grupo dos colegas residentes.

Também se ressalta a importância do Programa Institucional de Residência Pedagógica pela oportunidade de desenvolvimento profissional oferecida, fundamental para a realização e a continuidade das ações propostas. A participação no programa e a integração entre universidade e escola contribuíram para a consolidação de saberes essenciais à atuação em sala de aula, relacionando teoria e prática e favorecendo o aperfeiçoamento do processo ensino-aprendizagem.

Portanto, defende-se que a proposta metodológica corrobora as tendências atuais do ensino de Ciências pela formação de um estudante crítico e também se revela promissora para a formação inicial e continuada de professores, pautada em um modelo didático que atende a essas demandas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Sheila Alves de; LIMA, Guilherme da Silva; PEREIRA, Barbara Luiza Alves. Des/afiando diálogos sobre o conceito de cadeia alimentar em uma aula de ciência nos anos iniciais do ensino fundamental. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 21, p. 1-25, 2019.
- ASSAI, Natany Dayani de Souza; BEDIN, Everton; SILVA, Lucicleia Pereira da. Resolução de Problemas e Trajetória Hipotética de Aprendizagem: proposições para a Educação Química. In: *Encontro De Debates Sobre o Ensino De Química*, 2023, Porto Alegre, *Anais dos Encontros de Debates sobre o Ensino de Química*. Porto Alegre: SBENQ, 2023, p. 1-11. Disponível em <https://edeq.com.br/submissao2/index.php/edeq/article/view/215/222>. Acesso em 06 nov. 2025.

ASSAI, Natany Dayani de Souza; BEDIN, Everton. Resolução de Problemas e a Trajetória Hipotética de aprendizagem: uma Abordagem Didática em Ciências. In: BEDIN, Everton; SILVA, Gabriel dos Santos (Orgs). *Explorando caminhos na educação em ciências e em matemática: metodologias, reformas e práticas sustentáveis*. Santo Ângelo: Ilustração, 2024a. p.117-135.

ASSAI, Natany Dayani de Souza; BEDIN, Everton. Resolução de problemas de química: uma revisão integrativa. *Rev. Diálogo Educ.*, Curitiba, v. 24, n. 82, 2024b.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. 1 ed. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Brasília, *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base*. Ministério da Educação. Brasília: MEC, 2018.

BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias *et al.* Trajetória Hipotética de aprendizagem e a compreensão do conteúdo de soluções no ensino de química. *Currículo sem fronteiras*, [S. l.], v. 22, e1810, 2022.

BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias *et al.* Uma trajetória de aprendizagem de conceitos introdutórios de química orgânica por meio da resolução de problemas. *Ensino e Tecnologia em Revista*, Londrina, v. 5, n. 2, p. 160-187, 2021.

CHIN, Christine; OSBORNE, Jonathan. Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, [S. l.], v. 44, n. 1, p. 1-39, 2008.

DENZIN, Norman K. *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. New York: Routledge, 2017, 379p.

GRAULICH, Nicole. The tip of the iceberg in organic chemistry classes: how do students deal with the invisible? *Chemistry Education Research and Practice*, [S. l.], v. 16, n. 1, p.9-21, 2015.

LIMA, Veronica Ferreira; MERÇON, Fábio. Metais pesados no ensino de química. *Química nova na escola*, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 199-205, 2011.

MACHADO, Mylena Rodrigues; ASSAI, Natany Dayani de Souza. Trajetória hipotética e real de aprendizagem na química: um caso de aplicação. *Revista Insignare Scientia*, Cerro Largo, v. 5, n. 5, p. 420-435, 2022.

MACHADO, Vitor Fabrício; SASSERON, Lucia Helena. As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 2, p. 29-44, 2012.

MARTINS, Ana Paula Figueiredo. Estudo de impactos ambientais na comunidade quilombola Serra Feia-Cacimbas, PB. *Agropecuária Científica no Semiárido*, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 121-129, 2017.

MEIRIEU, Philippe. *Aprender... sim, mas como?* 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baiarl. Uma análise das interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 243-263, 2016.

OLIVEIRA, Leticia de Cássia; OLIVEIRA, Rosemary Rodrigues de. Cadeia Alimentar: Uma abordagem crítica sobre as ações humanas e seus impactos nas relações ecológicas. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 16, n. 2, p. 641-651, 2021.

RIBEIRO, Daniel das Chagas de Azevedo; PASSOS, Camila Greff; SALGADO, Tania Denise Miskinis. A metodologia de Resolução de Problemas no Ensino de Ciências: as características de um problema eficaz. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 22, 2020.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função social da química: o que significa ensino de química para formar o cidadão? *Química nova na escola*, São Paulo, n. 4, p.28-34, 1996.

SANMARTÍ, Neus; BARGALLÓ, Conchita Marquéz. Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Catalunya, n.70, p. 27-36, 2012.

SETTA, Bruno Rocha Silva. Análise dos serviços ecossistêmicos de um espaço verde no município de Volta Redonda - RJ. *Revista LABVERDE*, [S. l.], v. 2, n. 11, p. 34–50, 2016.

SILVA, Monica Maria Pereira da; LEITE, Valderi Duarte. Estratégias para realização de educação ambiental em escolas do ensino fundamental. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, Rio Grande, v. 22, n. 1, p. 372-377, 2013.

SIMON, Martin. Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Researching Mathematics Education*, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 114-145, 1995.

TRALDI JR, Armando; RIBEIRO, Rogerio Marques. Trajetória Hipotética de Aprendizagem: avanços teóricos e práticos das pesquisas no contexto educacional brasileiro. *International Journal for Research in Mathematics Education*, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 1-20, 2024.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: VYGOTSKY, Lev Semionovitch; LURIA, LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alex. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. 7a ed. São Paulo: Ícone, p. 103-119, 2001.

Submetido em julho de 2024
Aprovado em outubro de 2025

Informações das autoras

Sophia Cunha Quintella
Universidade Federal Fluminense – UFF
E-mail: sophiacq@id.uff.br
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7705-4941>
Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8208172473367020>

Natany Dayani de Souza Assai
Universidade Federal Fluminense – UFF
E-mail: natanyassai@id.uff.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0851-9187>
Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3408510368371388>

Everton Bedin
Universidade Federal do Paraná– UFPR, PR.
E-mail: bedin.everton@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5636-0908>
Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9498564582615440>