

## Trajetória hipotética e real de aprendizagem na química: um caso de aplicação

*Hypothetical and real trajectory of learning in chemistry: an application case*

*Trayectoria hipotética y real del aprendizaje en química: un caso de aplicación*

**Mylena Rodrigues Machado** (myrodrigues@id.uff.br)  
Universidade Federal Fluminense – UFF, Brasil.

**Natany Dayani de Souza Assai** (natanyassai@id.uff.br)  
Universidade Federal Fluminense – UFF, Brasil.

### Resumo:

O presente estudo objetivou a elaboração e desenvolvimento de uma trajetória hipotética de aprendizagem (THA) para o estudo do conteúdo de óxidos. O tema escolhido para contextualizar a elaboração dos problemas, pautou-se na poluição proveniente atmosférica e hídrica de uma indústria local, e suas consequências. A proposta foi desenvolvida em duas turmas do nono ano de um colégio de Volta Redonda. Os dados obtidos, após a implementação, foram comparados com a THA, mediante a análise de conteúdo, a fim de estabelecer convergências e divergências entre a etapa de planejamento e implementação das trajetórias em ambas as turmas. Como resultados, a turma A obteve uma quantidade de unidades de registro (UR) bem maior que as previamente estabelecidas, demonstrando uma participação efetiva dos alunos durante a resolução dos problemas. Já a turma B também atingiu uma quantidade de UR acima das previstas, porém, menor que da turma A. Apesar disso, os questionamentos e apontamentos da segunda turma foram mais relacionados com o conteúdo e com o tema trabalhado. Dessa forma a THA atingiu seu objetivo de norteadora no processo de ensino e aprendizagem, fazendo com que o professor/pesquisador estivesse, de certa forma, preparado para a condução do caminho de aprendizagem dos alunos.

**Palavras-chave:** trajetória hipotética de aprendizagem; óxidos; ciência/química.

### Abstract:

The present study aimed at the elaboration and development of a hypothetical learning trajectory (THA) for the study of the content of oxides. The theme chosen to contextualize the elaboration of the problems was based on air and water pollution from a local industry, and its consequences. The proposal was developed in two classes of the ninth year of a school in Volta Redonda. The data obtained, after implementation, were compared with the THA, through content analysis, in order to establish convergences and divergences between the planning stage and the implementation of the trajectories in both classes. As a result, class A obtained a much higher number of registration units

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

(RU) than those previously established, demonstrating effective student participation during problem solving. Group B also reached a higher number of UR than expected, however, lower than that of group A. Despite this, the questions and notes of the second group were more related to the content and the theme worked on. In this way, THA achieved its objective of guiding the teaching and learning process, making the teacher/researcher to be, in a way, prepared to lead the students' learning path.

**Keywords:** hypothetical learning trajectories; oxides; Science/chemistry.

### **Resumen:**

El presente estudio tuvo como objetivo la elaboración y desarrollo de una trayectoria hipotética de aprendizaje (THA) para el estudio del contenido de óxidos. El tema elegido para contextualizar la elaboración de los problemas se basó en la contaminación del aire y del agua por parte de una industria local, y sus consecuencias. La propuesta se desarrolló en dos clases del noveno año de una escuela de Volta Redonda. Los datos obtenidos, luego de la implementación, fueron comparados con los THA, a través del análisis de contenido, con el fin de establecer convergencias y divergencias entre la etapa de planificación y la implementación de las trayectorias en ambos grupos. Como resultado, la clase A obtuvo un número de unidades de registro (RU) muy superior al establecido anteriormente, demostrando una participación efectiva de los estudiantes durante la resolución de problemas. El grupo B también alcanzó un número de RU superior al esperado, sin embargo, inferior al del grupo A. A pesar de ello, las preguntas y apuntes del segundo grupo estuvieron más relacionadas con el contenido y el tema trabajado. De esta manera, THA logró su objetivo de guiar el proceso de enseñanza y aprendizaje, haciendo que el docente/investigador esté, de alguna manera, preparado para liderar el camino de aprendizaje de los estudiantes.

**Palabras-clave:** trayectoria hipotética de aprendizaje; óxidos; ciencias/química.

## **INTRODUÇÃO**

Diversos autores (POZO; CRESPO, 2009; VIANNA; RITTER, 2019; MONTEIRO et al., 2022) discutem em seus estudos acerca da necessidade de ressignificação do processo de ensino e aprendizagem na escola a partir de novas propostas de ensino, permitindo desfragmentar os conteúdos químicos e vincular a situações reais, se emancipando das características tidas como "tradicional". Sobre essa questão, são inúmeros os motivos que originaram a "ineficiência" na aprendizagem de química, dos quais podemos elencar: base matemática insuficiente, planejamento do professor, ausência de recursos e práticas de ensino pautadas em modelos que enfatizam a fragmentação dos conceitos, desarticulados do mundo em que vivem, gerando a falta

*Recebido em: 15/10/2022*

*Aceito em: 12/12/2022*

de motivação dos alunos e professores (POZO; CRESPO, 2009). Dessa forma, os alunos não conseguem adquirir competências necessárias para atuarem na sociedade utilizando os conhecimentos científicos, decorrente de um ensino tradicional, desarticulado do contexto/sociedade no qual estão imersos.

Dentre os possíveis aspectos que podem influenciar e/ou corroborar para as dificuldades na aprendizagem, destaca-se, o planejamento da aula como elemento importante para garantir a eficácia de uma aula interessante e capaz de fugir do ensino mecânico (MEDEIROS et al., 2019). De acordo com Farias e colaboradores (2011, p. 111), “o planejamento é uma ação reflexiva, viva, contínua. Uma atividade constante, permeada por um processo de avaliação e revisão sobre o que somos, fazemos e precisamos realizar para atingir objetivos”. Assim, o professor consegue projetar o que vai acontecer no dia da aula, com o conteúdo estipulado, traçar objetivos, estabelecer metodologias e atividades pensando na aprendizagem de seu aluno.

Ainda conforme os autores supracitados (2011, p. 111), “com o planejamento, esperamos prever ações e condições; racionalizar tempo e meios; fugir do imprevisto e da rotina; assegurar unidade, coerência, continuidade e sentido ao nosso trabalho”. Com isso, é possível melhorar a prática pedagógica e estabelecer novas formas de trabalhar o conteúdo, prevenir-se de situações inusitadas e indesejadas em sala de aula, fazendo com que o docente se programe e organize a aula da forma mais estruturada possível.

Sob esse viés, Martin Simon (1995) propôs a ideia da Trajetória Hipotética de Aprendizagem (THA), a qual defende-se nesta investigação como uma ferramenta de planejamento para o professor. Tal proposta, funciona como um caminho previsto pelo qual a aprendizagem pode ocorrer (PINHEIRO et al., 2019). A THA parte dos objetivos que o professor almeja alcançar para elaborar atividades e estabelecer um caminho no qual os alunos conseguirão atingir a aprendizagem (SIMON, 1995). Ao traçar essa rota, o professor consegue agregar à seu planejamento tradicional uma alternativa de se preparar para melhor atender as necessidades dos estudantes, esperando que eles expressem seus conhecimentos prévios, uma vez que a proposta elaborada por Simon tem cunho construtivista, ou seja, para traçar uma trajetória de aprendizagem, o docente precisa conhecer seus alunos para considerar suas respostas e dificuldades durante o aprendizado do conteúdo.

*Recebido em: 15/10/2022*

*Aceito em: 12/12/2022*

A proposta da Trajetória Hipotética de Aprendizagem (THA) foi idealizada por Simon em 1995, direcionada para o ensino da matemática, e, tem como finalidade traçar uma rota de aprendizagem dos alunos durante o planejamento da aula pelo professor. De acordo com Miranda (2011, p. 25), a proposta de Simon (1995) “buscou estabelecer uma relação específica entre os conteúdos de ensino, o modo como os alunos adquirem conhecimentos e os métodos utilizados para se alcançar este aprendizado, buscando descrever a pedagogia da Matemática”. Dessa forma, trata-se de detalhar o caminho a ser percorrido pelo estudante para aprender um conceito, nesse caso um conteúdo matemático, a partir dos objetivos pretendidos pelo professor.

Elaborar uma trajetória de aprendizagem faz com que o professor se antecipe em relação ao que pode ocorrer em sala de aula e como ele pode agir diante disso (FELIX; CACIOLATO; SANTOS, 2017). Dessa forma, o professor, de acordo com Canavaro (2011, p.13), “[...] fica mais apto a explorar todo o potencial da tarefa para as aprendizagens matemáticas dos alunos e a tomar decisões acerca de como estruturar as apresentações e gerir as discussões com base em critérios relacionados com a aprendizagem matemática”. Para Gómez e Lupiáñez (2007 apud Prestes, 2013, p.16),

[...] mesmo que diversos estudiosos reconheçam os três elementos centrais da THA – objetivos de aprendizagem, tarefas matemáticas e hipóteses sobre o processo de aprendizagem – e aceitem as quatro características propostas por Simon e Tzur (2004), apresentadas anteriormente, cada um interpreta e utiliza as noções da THA com propósitos e maneiras distintas. (PRESTES, 2013, p.16)

Desse modo, a THA não precisa ser usada somente na área da matemática, nem exatamente da forma que Simon (1995) descreveu. Ela pode ser elaborada visando os objetivos específicos para cada ocasião e para outras disciplinas, porém, com o suporte teórico estipulado pelo autor.

Ainda sobre as dificuldades dos alunos na disciplina de química, o conteúdo de óxidos muitas vezes é acompanhado por dúvidas, porque é visto como algo abstrato. Kind (2004) discute acerca das concepções alternativas de alunos referente a diversos conceitos químicos centrais, dos quais ela comenta sobre o fenômeno da combustão e a formação de óxidos em sistemas abertos

A atmosfera é invisível aos olhos - e a confiança dos alunos no concreto, visível informação significa que eles muitas vezes evitam o papel do oxigênio em suas explicações para reações de sistema aberto. Mesmo que o

**Recebido em: 15/10/2022**

**Aceito em: 12/12/2022**

papel do oxigênio seja apreciado, a noção de que os gases não tem massa significa que os alunos não percebem que os produtos sólidos de uma oxidação reação tem mais massa que o sólido inicial. (KIND, 2004, p. 44, tradução nossa).

Assim, é imprescindível discutir com os alunos que os produtos da combustão, independentemente do combustível, sempre envolvem a produção de um óxido. (KIND, 2004). Nesse âmbito, abordar esse conteúdo visando a assimilação dos alunos com a emissão de poluentes gerados pela siderúrgica existente em sua cidade é algo pertinente e aproveitável.

Os óxidos são classificados como poluentes primários porque são jogados diretamente no ar, e seus respectivos ácidos são poluentes secundários porque são formados “por meio de reações que ocorrem em razão da presença de certas substâncias químicas e de determinadas condições físicas” (BRAGA et al., 2005). Além disso, eles são considerados poluentes porque devido a sua concentração no ar, são nocivos e causam danos à saúde, ao bem-estar público, à fauna e flora e prejudica as atividades normais da sociedade (BRASIL, 2018).

Nesse sentido, aponta como proposta abordar o conteúdo de óxidos, visto que, possibilitam uma gama de discussões acerca de problemas ambientais (atmosférico, água e/ou solos) que permeiam a realidade dos alunos. Tais discussões são fundamentais para formação cidadã, assim como possibilitam discutir os aspectos sociais, econômicos, políticos, ambientais, científicos e tecnológicos envolvidos nestes conceitos. (PRSYBYCIEM, 2015).

Dito isto, essa investigação tem por objetivo elaborar e implementar uma THA para duas turmas do Ensino Fundamental, sobre óxidos a poluição gerada por siderúrgicas/indústrias.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O encaminhamento da THA e os problemas foram elaborados considerando o contexto local dos alunos (proximidade com uma siderúrgica). Além disso, a poluição atrelada ao estudo dos óxidos e problemas ambientais causados pelos gases poluentes emitidos por indústrias, ficou em conformidade com o assunto que os alunos estavam estudando na disciplina intitulado “Soluções para Problemas Ambientais”. Além disso,

*Recebido em: 15/10/2022*

*Aceito em: 12/12/2022*

trabalhou-se apenas os conceitos de óxidos e óxidos ácidos devido ao fato dos alunos não terem aprendido outros conceitos fundamentais para novas aprendizagens.

A THA foi elaborada e desenvolvida em duas turmas do 9º ano do Ensino Fundamental, denominadas como A e B, respectivamente. Por esse motivo, os problemas e trajetórias apresentaram conceitos básicos, uma vez que nesse nível de ensino, os alunos estão iniciando conceitos introdutórios de Química. Dessa forma, o primeiro problema versa sobre o conceito de óxidos, codificado como P1, e o segundo sobre óxidos ácidos concatenados ao problema ambiental da chuva ácida, denominado P2.

A coleta de dados foi realizada a partir da gravação, apenas em áudio, no ato da implementação da trajetória, de forma a manter o sigilo da identidade dos alunos. Com suporte do áudio, as falas foram transcritas formando a trajetória real de aprendizagem (TRA). A fragmentação dos diálogos/transcrições originou as unidades de registro (UR), as quais foram comparadas com a trajetória hipotética, conforme apresentado na próxima seção.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o tema e conteúdo em questão, foram elaborados dois problemas com seus respectivos objetivos e trajetórias, conforme proposto por Simon (1995), previstos para serem desenvolvidos em duas horas/aula. A seguir, há a descrição dos problemas 1 e 2 (P1 e P2) que compõem a trajetória, ilustrados nos quadros 1 e 2, respectivamente. Vale ressaltar que os diálogos estão distribuídos em turnos de fala, nos quais P referem-se às falas do professor/pesquisador e A referem-se às falas hipotéticas dos alunos.

**Quadro 1** – Trajetória Hipotética do Problema 1

Objetivo: conceituar óxidos.

Problema 1: Júlia procurou saber mais sobre a fumaça e os cheiros desagradáveis que, muitas vezes sente, vindos da CSN e descobriu que durante o processo industrial são eliminados  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$  e outras partículas desconhecidas, que fazem mal à saúde levando ao desenvolvimento de doenças respiratórias. Pesquisando na internet, encontrou um site que monitora a qualidade do ar e a quantidade dos gases dispersos na atmosfera da cidade. Ao observar os gases, reparou que havia algo em comum entre eles, o que seria?

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

**P:** Vamos entrar nesse site para ver o que ele mostra [entrar no site]. Como podemos ver, ele traz informações sobre a qualidade do ar daqui de Volta Redonda. Segundo o site, está boa ou ruim a qualidade do ar?

**A:** Moderada.

**P:** Isso. Aqui temos as partículas que não estão definidas, mas que podemos incluir na poeira que sai das chaminés, o ozônio que faz parte da camada que nos protege dos raios do sol, e os gases que mencionamos. Como podemos ver, não estão todos eles, mas podemos ter uma noção por esses. Pelo que está escrito, estão em concentrações baixas, de modo que, não nos prejudique tanto. Agora olhando para esses gases, o que vocês veem de semelhante, em comum?

**A:** A letra O.

**P:** Em que posição está esse O?

**A:** No final.

**P:** Isso. A letra O significa oxigênio, a letra S enxofre, o C carbono e N nitrogênio.

**A:** S de enxofre?

**P:** Sim, porque é enxofre em latim, sulphur. Então vocês viram que todos eles possuem oxigênio no final. Então podemos agrupá-los por terem isso em comum, como vocês acham que chamaria o grupo desses gases?

**A1:** Grupo do oxigênio?

**A2:** Grupo dos gases com oxigênio.

**P:** Não, não. Por terem oxigênio damos o nome de óxi... [representando no quadro as letras OXI] ... dos. Os óxidos são compostos binários, ou seja, dois elementos químicos, sendo um deles, obrigatoriamente, o oxigênio (CISCATO *et al.*, 2016). Então esses gases poluentes que saem da CSN, e de outras usinas, são chamados de óxidos, assim como a cal, CaO [representar molécula no quadro], aquele branco que colocam no muro e que suja a roupa, e a própria ferrugem é um óxido, o óxido de ferro. Observem que esses exemplos que dei também estão com o oxigênio no final. Alguma dúvida? Vamos para o próximo problema.

**Fonte:** autoria própria, 2022.

O problema 1 abordou o conceito de óxidos utilizando como recurso para a resolução do mesmo o site de qualidade do ar local, enquanto o problema 2 utilizou o experimento demonstrativo da Chuva ácida para discutir óxidos ácidos e conceito de pH.

#### Quadro 2 – Trajetória Hipotética do Problema 2

**Objetivo:** conceituar óxidos ácidos.

**Problema 2:** Durante suas pesquisas, Júlia viu que a poluição emitida por indústrias, assim como a CSN, pode não só prejudicar a saúde como também outras áreas e ambientes da natureza. Qual a relação dos gases poluentes emitidos pela CSN

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

com a chuva ácida?

**P:** Aqui nós temos os peixes mortos, a vegetação seca e árvores mortas, e a estátua cheia de buraquinhos. Vocês já ouviram falar de chuva ácida?

**A:** Sim, professora.

**P:** Como que esses gases podem matar peixes, plantas e estragar as estátuas?

**A1:** O rio fica contaminado.

**A2:** A água fica poluída.

**P:** Mas como sabemos se alguma coisa é ácida ou não?

**A:** Experimentando. O limão é ácido.

**P:** Não podemos colocar tudo na boca para saber se é ácido. Temos que ter algo para nos mostrar isso. Imagina se colocamos algo tóxico ou desconhecido na boca para saber se é ácido e paramos no hospital! Então temos os indicadores que podem ser usados para isso. Para medir a acidez nós olhamos o pH, e a escala do pH vai de 0 a 14, sendo o meio da escala, o 7, um pH neutro e abaixo dele temos pH de ácidos. Acima do 7 são substâncias básicas. Como exemplo, o ácido do nosso estômago, aquele que digere nosso alimento tem pH 2, ou seja, muito ácido. Porém, a maioria dos indicadores mostram se é ácido, base ou neutro pela cor. O indicador que vamos usar nos mostrará pela cor.

**P:** Vamos fazer uma simulação da chuva ácida. Nesse vidro de palmito, tem uma colher e nela vamos colocar o enxofre em pó, e dentro do pote essa flor e depois colocarei água, além de um indicador que nos mostra se ficou ácido ou não. Quando eu colocar o enxofre na colher, vou esquentar até ele ficar líquido e depois vou tampar com a flor lá dentro. O que vocês acham que vai acontecer com a flor?

**A1:** Ela vai morrer.

**A2:** Vai ficar murcha?

**P:** Quando eu colocar fogo no enxofre, o que vocês acham que vai acontecer, além dele ficar líquido? Acham que vai ter fumaça?

**A:** Eu acho que vai sair fumaça.

**P:** E o que vai ter nessa fumaça?

**A1:** Gás?

**A2:** Óxido?

**P:** Isso, óxido. E qual letra vai estar junto com o O de oxigênio?

**A1:** E?

**A2:** S.

**P:** Isso, vai ficar SO [escrever no quadro a molécula]. O número que vem embaixo vai depender da reação e vocês vão entender isso mais para frente. Agora vamos queimar o enxofre [realizar o experimento]. Observem o que está acontecendo, o que está mudando. Enquanto a reação ocorre vou explicar como funciona o indicador que vamos utilizar. Aqui eu tenho esse pote com um líquido roxo, esse líquido eu fiz em casa com água e repolho roxo, ele será nosso indicador. E como falei, ele vai nos mostrar se está ácido ou não pela mudança de cor. Quando colocamos esse líquido numa substância ácida ele fica rosa ou vermelho, dependendo da acidez, se estiver

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022



numa substância básica, ele fica azul. Se colocarmos na água, ele vai continuar roxo porque a água é neutra.

**P:** Pronto, a reação aconteceu. Olha como a flor ficou. O que aconteceu com ela?

A1: Ela ficou branca.

A2: Morreu.

A3: Descoloriu.

**P:** Isso. O gás que saiu nessa fumaça, esse óxido, fez isso com a planta. Agora vamos colocar a água aqui dentro e nosso indicador para ver se está ácida ou não [colocar o indicador na água]. Que cor ficou a água?

A: Rosa.

**P:** Então significa que está ácido, básico ou neutro o meio?

A: Ácido.

**P:** Isso mesmo. Então o que esse gás, esse óxido pode prejudicar?

A1: As plantas e a água.

A2: As plantas, o ar e a água.

**P:** Isso. Mas prejudicando o ar, quem sofre com isso? E a água?

A1: O ar prejudica a gente, os animais...

A2: Pode prejudicar as pessoas, os animais domésticos, os peixes...

A3: As plantas também.

**P:** Isso, além de prejudicar nossa saúde, já que respiramos esses gases, pode afetar o ambiente aquático, porque como vimos, a água fica ácida. Não podemos esquecer que as plantas sofrem não só por causa do ar com esses gases, como mais elas podem ser afetadas?

A: A chuva que molha a terra é ácida.

**P:** Muito bem! A água ácida que cai na superfície, vai tanto para os rios quanto para a terra, acidificando o solo e impossibilitando o crescimento e o desenvolvimento de plantas. Esses óxidos que reagem com a água e ficam ácidos são chamados de óxidos ácidos. Alguma dúvida? Vamos para nosso último problema

**Fonte:** Próprio autor, 2022.

Após a implementação da THA com a turma A, foram identificadas 165 unidades de registro (UR), quantidade bem acima do previsto na THA, a qual totalizou 50 UR. Na Tabela 1, estão as UR previstas na THA e obtidas na TRA para cada problema, bem como o total de unidades de registros.

**Tabela 1-** Unidades de Registro por Problema

Problemas	THA	TRA
1	12	71
2	38	94
Total de unidades de registro	50	165

**Fonte:** Próprio autor, 2022.

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

O problema 1 (P1) objetivava o conceito de óxidos mediante a observação de semelhanças nas representações moleculares apresentadas pelo site, o qual trazia os componentes do ar da cidade e a qualidade do ar da mesma. Esse problema gerou 59 unidades de registro a mais que as descritas na THA.

No problema 2 (P2), os alunos tinham que conceituar os óxidos ácidos através da demonstração experimental da chuva ácida, correlacionando a característica ácida da chuva com os óxidos provenientes da poluição emitida por indústrias. Para isso, 56 unidades de registro a mais foram obtidas na TRA em comparação com as estabelecidas pela trajetória.

Tais unidades de registro, derivadas da TRA foram separadas em três categorias para facilitar a análise das respostas, são elas: C1 - diálogos convergentes entre THA e TRA, C2 - diálogos emergentes na TRA e C3 - hipóteses não executadas. A Tabela 2 apresenta a quantidade de unidades de registro obtidas em cada categoria na TRA da turma A.

**Tabela 2** - Categorização das UR para a turma A

	<b>Categorias</b>	<b>Total de UR</b>
C1	Diálogos convergentes entre THA e TRA	30
C2	Diálogos emergentes na TRA	75
C3	Hipóteses não executadas	26

**Fonte:** Próprio autor, 2022.

Na categoria C1 - diálogos convergentes entre THA e TRA, apesar das UR terem sido um valor bem abaixo de 50% do total, muitas convergências se deram nas questões chave dos problemas, principalmente nos momentos de explicação do conteúdo.

Como é evidente, a categoria C2, diálogos emergentes na TRA, foi a que teve maior quantidade de falas, isto é, de um total de 165 unidades de análise identificadas na TRA, 75 encontram-se nessa categoria. Isso pode ser justificado por dois aspectos distintos: o primeiro refere-se ao fato de o professor/pesquisador não ter acompanhado a turma de maneira recorrente, anteriormente ao desenvolvimento da trajetória, não conhecendo efetivamente os alunos. Já o segundo aspecto remete à utilização de recursos didáticos distintos em três dos problemas propostos que promovem uma maior interação e participação dos estudantes.

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

A categoria C3 – Hipóteses não executadas contemplam 26 UR previstas na THA e que não foram executadas na aula. De forma geral, as unidades de registro alocadas nessa categoria contemplam dois tipos de respostas: i) hipóteses de ideias prévias dos alunos que não se efetivaram ou ii) imprevisibilidades relacionadas aos recursos utilizados.

Após a implementação da THA na turma B, obteve-se um número menor de unidades de registro nos dois problemas, demonstrado na Tabela 3.

**Tabela 3-** Unidades de Registro por Problema da turma B

Problemas	THA	TRA
P1	12	33
P2	38	71
Total de unidades de registro	50	104

Fonte: Próprio autor, 2022.

Como visto, as quantidades de UR obtidas nos dois problemas, após o desenvolvimento foram maiores que as previamente estabelecidas. Analogamente à turma A, o problema 2 foi o que resultou maior participação dos alunos, fato que pode ser explicado pela utilização do experimento da chuva ácida, demonstrando a importância do uso de recursos didáticos nas aulas de química.

As UR também foram categorizadas em C1, C2 e C3 assim como mostra a Tabela 4.

**Tabela 4 -** Categorização das UR para a turma B

	Categorias	Total de UR
C1	Diálogos convergentes entre THA e TRA	30
C2	Diálogos emergentes na TRA	53
C3	Hipóteses não executadas	16

Fonte: Próprio autor, 2022.

A categoria C1 apresenta diálogos dos alunos e do professor/pesquisador que convergiram em comparação com a THA, na qual o valor está abaixo da metade do total, mas que abrange as falas de explicações do professor e algumas dúvidas que foram anteriormente previstas, bem como respostas que eram esperadas.

Na categoria C2, os diálogos emergentes são os mais significativos, pois demonstram que a turma foi mais participativa que o esperado, assim como na turma A.

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

Nada obstante, as falas emergentes da turma B estavam bem mais robustas e embasadas cientificamente, indicando um conhecimento prévio mais à frente da série escolar em que estão.

Já a categoria C3 estão as falas, tanto do professor/pesquisador como dos alunos que não foram executadas no dia da implementação, mas que estavam descritas na THA. Como observado, foi uma quantidade baixa tendo em vista que em sua maioria eram possíveis questionamentos que os alunos teriam e as explicações destes que não foram necessários na hora. Logo, essas falas não prejudicaram na condução do caminho de conhecimento por parte do professor/pesquisador.

No final da análise de todas as categorias e subcategorias adquiridas na TRA, pode-se concluir que a turma teve um aproveitamento muito bom e interagiu bastante, trazendo respostas e questões científicas pertinentes e interessantes para serem abordadas, afirmação comprovada pela quantidade de UR obtidas após o desenvolvimento da THA em sala de aula.

Evidencia-se também a quantidade de UR no problema 2, na qual utilizou-se o experimento da chuva ácida para construir o conhecimento de como ela é formada e o que contribui para sua formação. É perceptível que foi o problema com maior quantidade de unidades de registro, expressando uma maior interação dos alunos e reafirmando a importância da utilização de recursos didáticos no ensino de química, visto que, com uso de recursos “o estudante participa de forma interativa, se apropriando do conhecimento, obtendo assim, uma aprendizagem mais efetiva e contextualizada, permitindo o desenvolvimento de suas habilidades” (LOPES, 2019, p. 6). De fato, os recursos utilizados, em especial o experimento, conseguiram contextualizar e promover a participação dos alunos em todos os problemas.

Precisa-se considerar a trajetória como um caminho a orientar a aula, partindo das ideias prévias dos alunos buscando a construção do conhecimento científico, todavia, não como um único caminho sem percalços. Nessa linha, o que se deve considerar, além da quantidade de UR, refere-se a se o objetivo conceitual almejado na THA foi atingido na TRA, assim como, a compreensão da natureza dos apontamentos emergentes realizados pelos alunos e como a dinâmica da condução da aula ocorreu.

*Recebido em: 15/10/2022*

*Aceito em: 12/12/2022*

Desse modo, chama a atenção da diferença na quantidade de UR em cada turma, podendo salientar que a turma A participou bem mais que a turma B. Contudo, esta apresentou mais respostas certas, ou seja, mesmo com um número abaixo de falas, as respostas dos alunos estavam mais coerentes que da turma A cuja maioria das respostas foram inconsistentes com a pergunta e/ou com conteúdo.

De modo geral, as duas turmas resultaram mais falas do que foram previstas, bem como, interagiram bastante, tentando sempre responder as questões, estando certos ou não. A quantidade expressiva de UR na TRA corrobora as investigações de Broietti e colaboradores (2021, 2022) os quais também identificaram que a TRA contemplou a emergência de falas para além do projetado na THA. Os autores argumentam que tal situação é considerada justificável, dada a característica da atividade, ou seja a proposição de problemas, e do contexto heterogêneo da sala de aula, o qual explica o fato de não ser possível prever as hipóteses projetadas pelos alunos em sua totalidade.

Como a THA prevê a utilização de ideias prévias dos alunos ao adotar o sistema construtivista como pressuposto teórico, implica facultar espaço para os alunos exporem seus conhecimentos e promover o diálogo justamente para que o professor possa identificar e intervir no sentido de redirecionar as proposições do aluno no sentido da construção do conhecimento científico adequado para resolver tal situação (JUNIOR, 2013).

## CONCLUSÕES

A pesquisa em questão teve como objetivo elaborar e aplicar dois problemas envolvendo o conteúdo de óxidos e o tema de problemas ambientais, assim como traçar um comparativo da THA com a TRA obtida após implementação em duas turmas do nono ano do Ensino Fundamental. Nesse ínterim, pode-se afirmar que esses objetivos foram alcançados.

A trajetória hipotética elaborada favoreceu o planejamento do professor na condução da aula, uma vez que buscou a partir de possíveis conhecimentos prévios dos alunos sobre uma questão que os circundam e afetam diretamente em seu cotidiano. Assim, o desenvolvimento da trajetória atendeu aos diálogos proporcionados na THA e

*Recebido em: 15/10/2022*

*Aceito em: 12/12/2022*

possibilitaram a emergência de novos diálogos sobre o conceito de óxidos no decorrer da aula.

Esse aumento considerável de unidades de registro na TRA pode ser explicado pelo uso da metodologia da resolução de problemas que estimula o diálogo e o levantamento de hipóteses para resolver as questões propostas e também, devido à utilização de recursos didáticos diferentes em cada problema, em especial o experimento da chuva ácida. Além disso, a contextualização com uma problemática local em que os alunos estão imersos favoreceu o engajamento, já que vivenciam os efeitos da poluição ou conhecem pessoas que tiveram algum tipo de contato com a siderúrgica.

Pode-se também evidenciar a convergência das falas entre THA e TRA, visto que, apesar de o número de UR ser maior na categoria de emergência, boa parte foi reproduzida no momento da aula e prevista anteriormente. Ou seja, a convergência das principais falas, que contemplam o direcionamento para o conceito químico, aconteceu no momento do desenvolvimento, garantindo assim a eficácia da THA.

Sobre a proposta apresentada para trabalhar esse tema e conteúdos no formato de problemas, ressalta-se que podem ser agregados outros problemas envolvendo diferentes tipos de poluição ainda em conformidade com a história abordada e/ou aprofundar os conceitos químicos para serem trabalhados em outros anos, como no Ensino Médio.

Nesse sentido, defende-se a THA a partir de dois pontos: i) potencial ferramenta de planejamento e atuação do professor mediante estratégias distintas, nesse caso a RP e; ii) estabelecer o diálogo em prol de um movimento de construção de conhecimento científico/químico mediante uma perspectiva construtivista conforme apontado por Simon (1995).

## REFERÊNCIAS

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Resolução nº 491, de 19 de Novembro de 2018**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Diário Oficial da União, Brasília, 21 de Novembro de 2018.

BROIETTI, F. C. D. *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, 2021.

CANAVARRO, A. P. Ensino Exploratório da Matemática: práticas e desafios. **Educação e Matemática**, Lisboa, n. 115, p. 11-17, nov./dez. 2011.

FARIAS, I. M. S. *et al.* **Didática e docência: aprendendo a profissão**. 3. ed. Brasília, 2011.

FELIX, F.; CACIOLATO, B. L.; SANTOS, E. R. Uma trajetória de ensino e aprendizagem para o trabalho com vetores por meio da resolução de problemas. *In: Educação Matemática em Revista*, Rio Grande do Sul, n. 18, v. 1, 2017.

JUNIOR, O. J. **o uso de analogias para o ensino de equilíbrio químico no ensino médio: facilitação da aprendizagem ou transmissão de erros conceituais?** 2013. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2013.

KIND, V. **Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas**. 2 ed. Durham: Durham University, 2004.

LOPES, L. C. **O uso de recursos didáticos na motivação da aprendizagem em ciências**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) - Universidade de Brasília, Planaltina, 2019.

MEDEIROS, R. S. C. *et al.* O planejamento e sua relevância na prática docente. CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, VI, 2019, Campina Grande, **Trabalho completo**, Campina Grande, 2019.

MIRANDA, M. C. S. R. **Uma trajetória hipotética de aprendizagem: Leitura e Interpretação de Gráficos e Tabelas e Medidas de Tendência Central em uma Perspectiva Construtivista**. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2011.

MONTEIRO, E. P.; LIBÓRIO, R. M.; TEIXEIRA, Y. B. S.; NASCIMENTO, M. S.. Ensino por Investigação em aulas de Química: Construindo a argumentação através da problemática “Por que as bananas escurecem?” **Revista Insignare Scientia**, v. 5, n.1, 2022.

PINHEIRO, D. J. A. *et al.* Trajetória hipotética de aprendizagem para o ensino de classificações de cadeias carbônicas. Congresso Paranaense de Educação Química, VI, 2019, Paraná, **Resumo**, Paraná, 2019.

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRESTES, D. B. **Proposta de uma trajetória hipotética de aprendizagem**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2013.

PRSYBYCIEM, M. M. **A experimentação investigativa em um enfoque cts no ensino das funções químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental**. 2015. Dissertação (mestrado em ensino de ciência e tecnologia) - Universidade Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

SIMON, M. A. Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 26, n. 2, 1995.

VIANNA, N. S.; RITTER, J. O que diz a literatura Brasileira em relação ao Currículo de Química. *Revista Insignare Scientia*, v. 2, n.1, 2019.



Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022