



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Um Caso de Estudo: a transição entre os três níveis do conhecimento químico por meio do *framework* TPACK

Everton Bedin* (PQ); Carla Morais (PQ). bedin.everton@gmail.com.

Palavras-Chave: Caso de Estudo; níveis do conhecimento químico; TPACK; metodologia ativa.

Área Temática: Ensino, Avaliação e Aprendizagem

Resumo: Este estudo analisou a percepção de professores em formação sobre um Caso de Estudo (CE) voltado ao ensino de Química, estruturado com base no modelo TPACK e nos níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico do conhecimento químico. A pesquisa, qualitativa, exploratória e aplicada, utilizou um questionário semiestruturado respondido por 13 participantes após a leitura do CE. As respostas foram submetidas à Análise de Similitude com apoio do software IRaMuTeQ. Os resultados indicam que o CE favorece aprendizagens significativas ao contextualizar os conteúdos químicos e articular múltiplas representações. Os participantes destacaram o potencial do nível macroscópico como porta de entrada motivacional e epistêmica, a relevância do nível submicroscópico para explicar as interações moleculares, e o papel das representações simbólicas para a formalização do conhecimento. A mediação docente, articulada às sete dimensões do TPACK, mostrou-se essencial para conduzir esse processo. Conclui-se o CE analisado é eficaz para o ensino de Química, pois integra conteúdo, pedagogia e tecnologia, promovendo uma aprendizagem crítica e contextualizada. Como limite, aponta-se a amostra restrita e sugere-se ampliar o estudo a diferentes contextos e perfis docentes.

INTRODUÇÃO

A crescente complexidade dos processos de ensino e aprendizagem exige a adoção de práticas pedagógicas que promovam o protagonismo do aluno, o pensamento crítico e a articulação dos saberes (Segura; Kalhil, 2015; Vargas; González; Navarrete, 2018). No ensino de Química, essa demanda se intensifica diante da necessidade de integrar diferentes níveis de representação do conhecimento - macroscópico, submicroscópico, simbólico -, fundamentais para a compreensão dos fenômenos químicos (Johnstone, 1982; 1991; Gilbert; Treagust, 2009; Galeski; Bedin, 2024). A articulação entre esses níveis, embora desafiadora, é essencial para que o estudante desenvolva uma compreensão profunda e contextualizada dos conceitos químicos, superando a fragmentação comum nos processos de ensino (Bedin; Cleophas, 2023).

Nesse cenário, as metodologias ativas emergem como alternativas para transformar a relação do estudante com o conteúdo, incentivando o envolvimento efetivo, a construção autônoma do saber e a aplicação contextualizada do conhecimento científico (Mallya et al., 2012; Urgilés et al., 2020). Entre essas metodologias, o Caso de Estudo (CE) se destaca como estratégia para o desenvolvimento de competências analíticas, reflexivas e

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

didáticas (Graham, 2010; Elias; Rico, 2020; Oliveira, 2013). Quando associado à formação docente, o CE propicia que os sujeitos analisem fenômenos químicos e construam soluções pedagógicas contextualizadas, aproximando a prática educativa de situações reais e promovendo a articulação entre ciência, didática e tecnologia (Queiroz, 2015; Elias; Rico, 2020).

A partir da resolução progressiva de um caso, o professor em formação pode ser instigado a mobilizar diferentes dimensões do conhecimento docente. Esse processo torna-se ainda mais potente quando fundamentado pelo modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), proposto por Mishra e Koehler (2006) e amplamente desenvolvido por pesquisadores como Harris, Mishra e Koehler (2009) e Graham et al. (2009). O TPACK é a integração de três domínios base de Conhecimentos: de Conteúdo (CC), Pedagógico (CP) e Tecnológico (CT). Suas intersecções resultam em outros três Conhecimentos: Tecnológico do Conteúdo (CTC), Tecnológico Pedagógico (CTP) e Pedagógico do Conteúdo (CPC), e, finalmente, o Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo (TPACK), que representa uma compreensão integrada e crítica da prática docente mediada por tecnologias (Harris; Mishra; Koehler, 2009).

Nesta esfera, ao planejar um CE estruturado em etapas que demandam respostas ancoradas progressivamente em cada uma das bases do TPACK, cria-se um movimento formativo profundo, que favorece tanto a construção do conhecimento quanto a reflexão sobre sua aplicação pedagógica (Bedin; Moraes, 2024). Esse movimento torna-se mais significativo quando o estudante é levado a refletir, em cada etapa do caso, sobre os conteúdos químicos, sobre as estratégias pedagógicas possíveis e sobre as tecnologias disponíveis para a mediação da aprendizagem (Galeski; Bedin, 2024). Assim, o professor em formação mobiliza uma das sete dimensões do TPACK a cada nova demanda do caso, construindo uma linha de raciocínio didático-científico que se entrelaça com os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico do conhecimento químico (Gilbert; Treagust, 2009; Johnstone, 1991).

Esse processo é simultaneamente ativo, reflexivo e complexo, pois exige do estudante o domínio conceitual e a capacidade de traduzir esse conhecimento em práticas de ensino contextualizadas (Jong; Taber, 2007; Elias; Rico, 2020). Justificando suas escolhas e ações pedagógicas, o sujeito transita entre observar fenômenos (nível macroscópico), explicá-los com base em modelos e interações (nível submicroscópico) e representá-los com símbolos e equações (nível simbólico), em uma dinâmica formativa rica e desafiadora (Galeski; Bedin, 2024; Bedin; Moraes, 2024). No entanto, para que essa articulação se efetive de maneira rigorosa, é fundamental que o CE seja previamente validado, garantindo clareza didática, coerência metodológica e adequação conceitual (Queiroz, 2015; Oliveira, 2013). Essa validação assegura que o caso favoreça, de fato, a mobilização das diferentes bases do TPACK, bem como a transição intencional entre os níveis do conhecimento químico.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Diante desse cenário, esta pesquisa visa analisar a percepção de professores em formação sobre um Caso de Estudo elaborado para o ensino de Química, estruturado para promover a mobilização progressiva das bases do modelo TPACK, ao mesmo tempo que estimula a transição entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico do conhecimento químico. Por meio desse processo, busca-se compreender como os futuros docentes percebem essa metodologia como estratégia formativa e se identificam seu potencial para uma prática pedagógica mais reflexiva, integrada e significativa. Ademais, como elemento de fundo, apresenta-se o CE validado à luz das percepções docentes, com ênfase no objetivo desta pesquisa.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa se caracteriza, quanto à sua natureza, como aplicada, ao gerar conhecimentos voltados à solução de problemas específicos no contexto educacional, especialmente no ensino de Química. Do ponto de vista de seus objetivos, configura-se como exploratória, dado compreender e descrever as percepções de professores em formação acerca do CE para promover a transição entre os três níveis do conhecimento químico à luz do TPACK; logo, a abordagem metodológica é qualitativa, por privilegiar a compreensão dos significados atribuídos pelos participantes ao objeto de estudo (Gil, 2008).

O procedimento deu-se com a aplicação de um questionário semiaberto, permitindo aos participantes expressarem suas interpretações de forma livre, mas orientada por questões previamente formuladas. O instrumento de pesquisa foi elaborado no *Google Forms*, e consistiu em um conjunto de questões que acompanharam a apresentação do CE (Quadro 1). O CE, junto ao link do questionário, foi enviado a um grupo de professores em formação por meio de um grupo de *WhatsApp*. Os participantes foram convidados a realizar a leitura integral do CE e, em seguida, responder ao questionário.

Quadro 1: Caso de Estudo analisado pelos participantes

Na cidade de Riacho Claro, situada no interior do Rio Grande do Sul e caracterizada por sua rica biodiversidade, extensa área de preservação ambiental e população diversificada, um acidente químico de grande proporção ocorreu em uma fábrica de fertilizantes com décadas de operação, responsável pela produção de insumos estratégicos para o setor agrícola regional. O evento foi desencadeado em um dia de temperaturas elevadas, quando uma falha inesperada foi identificada no sistema de contenção de um tanque pressurizado destinado ao armazenamento de ácido nítrico (HNO_3). Essa falha resultou na ruptura parcial do tanque, ocasionando a liberação de uma nuvem alaranjada visível de dióxido de nitrogênio (NO_2) na atmosfera, produto da decomposição do ácido. Simultaneamente, o derramamento do ácido no solo iniciou reações químicas que intensificaram a liberação de vapores tóxicos, levando à evacuação imediata dos trabalhadores da área afetada. Sua equipe foi acionada, e precisou...

CC	...descrever em um relatório técnico-científico como a situação foi controlada.
CP	... explicar didaticamente à população o que estava acontecendo.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

CT	...esclarecer como a tecnologia estava auxiliando no processo.
CPC	...utilizando a ciência , explicar didaticamente como a situação foi controlada.
CTP	...utilizando a tecnologia , explicar didaticamente o que estava acontecendo.
CTC	...explicar como a tecnologia auxiliou no controlar a situação.
TPACK	...utilizando tecnologia , explicar didaticamente de forma científica como a situação foi controlada.

Para esta pesquisa, além do perfil dos participantes, analisou-se a questão: *O Caso de Estudo pode ser utilizado pelo professor para articular os níveis macroscópico (visível), submicroscópico (molecular) e simbólico (representação) do conhecimento químico, integrando teoria e prática? Explique.* As respostas foram submetidas à Análise de Similitude (AS), com o apoio do *software* IRaMuTeQ, que permitiu identificar redes de palavras e conexões semânticas entre os termos mais frequentes nas respostas textuais (Moura et al., 2015). Após a emergência do grafo, a interpretação deste foi conduzida à luz do método interpretativo-indutivo, conforme proposto por Marconi e Lakatos (2004). Assim, a análise qualitativa via categorização buscou compreender como os professores em formação percebem o potencial do CE como metodologia para promover a transição pelos níveis do conhecimento químico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao perfil dos professores em formação, os dados revelam haver 13 participantes, discriminados no Gráfico 1.

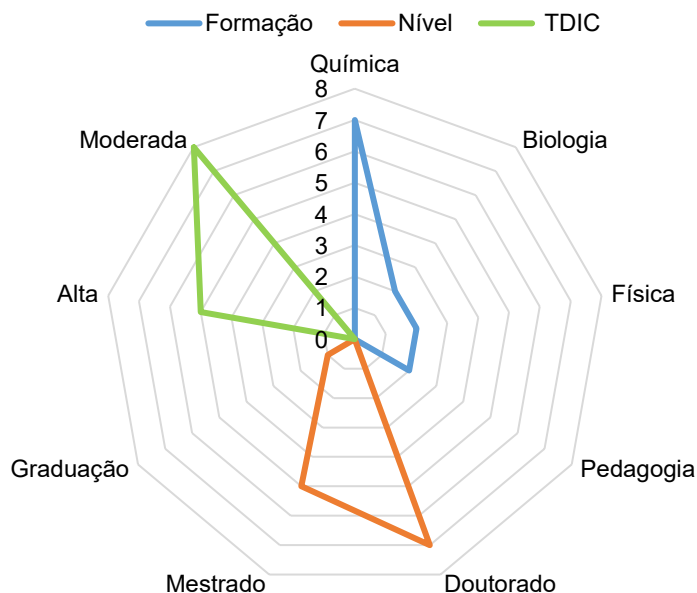


Gráfico 1: Perfil dos participantes da pesquisa

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química



A partir dos dados no Gráfico 1, observa-se que a maioria dos docentes possui formação em Química, representando 53,8% ($n = 7$). As demais áreas de formação foram distribuídas igualmente entre Física, Biologia e Pedagogia, cada uma com 15,4% ($n = 2$). Em relação à titulação, mais da metade dos professores se identificou como doutores ou doutorandos, correspondendo a 53,8% ($n = 7$), 38,5% ($n = 5$) declararam ser mestres ou mestrandos e 7,7% ($n = 1$) estão na graduação. Frente à proximidade com as Tecnologias (TD), a maioria dos participantes (61,5%; $n = 8$) declarou ter uma relação moderada e um grupo menor, 38,5% ($n = 5$), indicou ter alta proximidade.

Quanto à questão analisada, a AS no IRaMuTeQ gerou um grafo (Figura 1) que revela três categorias emergentes a partir das respostas dos participantes (P1 a P13); essas categorias, representadas pelos halos, evidenciam relações semânticas entre os termos mais recorrentes.

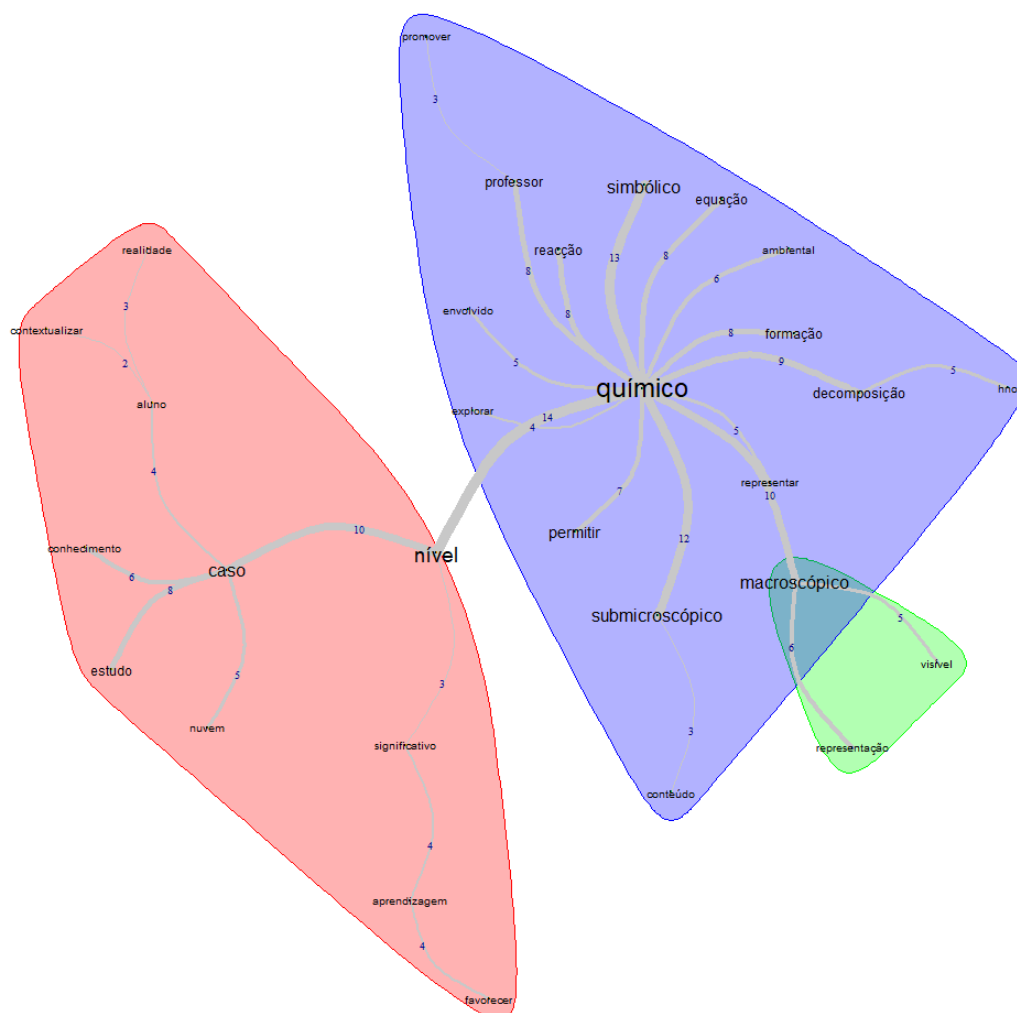


Figura 1: Grafo de Similitude



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Categoria 1: CE e a Aprendizagem Significativa – halo vermelho

Esta categoria reúne termos como *caso*, *estudo*, *aluno*, *conhecimento*, *realidade*, *aprendizagem*, *significativo* e *favorecer*, evidenciando que os participantes reconhecem o CE como uma metodologia ativa que potencializa a aprendizagem ao conectar o conteúdo químico à realidade dos estudantes. Essa percepção dialoga com o que defendem autores como Elias e Rico (2020), para quem o CE se destaca como estratégia contextualizada e propícia à construção ativa do saber. Ao apresentar uma situação real e complexa, como o vazamento de ácido nítrico, o caso permite que os alunos visualizem fenômenos concretos - como a formação de uma nuvem alaranjada -, compreendam as reações químicas envolvidas e representem simbolicamente os processos por meio de equações, promovendo, assim, a transição entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico do conhecimento químico (Galeski; Bedin, 2024).

A estrutura narrativa do caso favorece o engajamento ao estabelecer vínculos com o cotidiano, despertando a curiosidade científica e incentivando a reflexão crítica sobre os impactos sociais e ambientais do fenômeno abordado (Urgilés et al., 2020). Conforme argumenta P6, “*ao integrar os três níveis de conhecimento, o professor possibilita uma compreensão mais profunda do fenômeno, promovendo a contextualização dos conceitos químicos e incentivando o pensamento crítico dos alunos*”. Essa perspectiva é coerente com a ideia de aprendizagem descritos por Gilbert e Treagust (2009), que reforçam a importância de múltiplas representações para a construção conceitual. Além disso, os dados revelam que o CE permite ao professor acionar intencionalmente as diferentes bases do modelo TPACK. A base CC é mobilizada quando se exige domínio sobre conceitos químicos como reações de decomposição, formação de gases e propriedades dos ácidos. A base CP é ativada na seleção de estratégias didáticas que conduzam os alunos da observação empírica (macroscópico) à interpretação teórica (submicroscópico) e à representação (simbólica). Já a base do CTC pode ser incorporada por meio de simulações digitais do acidente, visualizações moleculares e uso de recursos tecnológicos que facilitem a compreensão dos processos envolvidos (Harris; Mishra; Koehler, 2009).

Como destaca P13, “*o professor poderia fazer discussão geral sobre o problema em questão, e depois auxiliar os alunos na identificação das moléculas, evidenciando suas funções, os problemas e possíveis soluções*”. Essa fala reforça o potencial do CE para articular intencionalmente conteúdo, pedagogia e tecnologia em uma prática docente significativa, como preconiza o modelo TPACK (Graham et al., 2009). Nesse sentido, os participantes indicam que o caso favorece o planejamento pedagógico pautado na contextualização e na transição entre os níveis representacionais. A partir de uma situação real, inicia-se com o impacto visual da nuvem de NO_2 (macroscópico), avançando para a discussão de fórmulas e reações (simbólico) e culminando na explicação dos mecanismos interparticulares (submicroscópico), como defendido por Johnstone

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

(1982, 1991) e explorado no campo da educação química por Jong e Taber (2007). Esta condução permite aos alunos compreender a Química como uma ciência viva, conectada a questões sociais e ambientais (Galeski; Bedin 2024).

Assim, o ensino via este CE extrapola a transmissão de conceitos, ao promover competências críticas, reflexivas e socialmente relevantes. Como expressa P11, *“casos investigativos favorecem a discussão, a reflexão e a busca de uma solução para um problema que seja relevante para o estudante”*, reforçando o papel ativo do aluno no processo de construção do conhecimento. Logo, esta categoria evidencia que o CE é percebido como uma ferramenta formativa capaz de promover aprendizagens situadas, nas quais o conhecimento químico é construído de modo ativo e contextualizado. Sua estrutura narrativa e relevância social contribuem para o envolvimento dos estudantes, ao passo que sua articulação com o modelo TPACK oferece ao professor a oportunidade de integrar conteúdo, pedagogia e tecnologia em uma prática de ensino que favorece a transição entre os níveis representacionais da Química.

Categoria 2: Químico e as Representações Multiníveis – halo roxo

Esta é a categoria mais densa e estruturante da análise, articulando termos como *químico, simbólico, reação, equação, formação, decomposição, permitir, explorar e professor*; ela revela a centralidade da articulação entre os níveis representacionais do conhecimento químico e as possibilidades pedagógicas de sua exploração. Essa articulação, segundo Johnstone (1991), é uma das maiores dificuldades e, ao mesmo tempo, um dos caminhos mais promissores para a aprendizagem em Química. Nesse sentido, os participantes compreendem que a transição entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico é uma prática pedagógica estruturante que favorece aprendizagens duradouras, conectadas e conceitualmente densas (Gilbert; Treagust, 2009).

O CE, por envolver fenômenos como a decomposição do ácido nítrico e a liberação de dióxido de nitrogênio (NO_2), oferece subsídios concretos para explorar os três níveis de representação. A observação do fenômeno visual (macroscópico), a explicação das interações moleculares (submicroscópico) e a formalização por equações químicas (simbólico) são compreendidas pelos participantes como etapas integradas de um mesmo processo cognitivo, essencial para o desenvolvimento da linguagem científica (Johnstone, 1982; Jong; Taber, 2007). Essa compreensão aparece, por exemplo, na fala de P5, que afirma *“no nível submicroscópico, pode-se explorar a decomposição do ácido nítrico, a formação dos produtos e as interações das moléculas envolvidas... no nível simbólico, as equações químicas podem ser utilizadas para representar as reações envolvidas.”* P9 reforça essa abordagem ao destacar a representação das interações iônicas com o solo, e P2 complementa *“através da reação química é possível mostrar a linguagem da Química (simbólico) e a nível molecular, mostrando as proporções”*.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Os excertos demonstram que os participantes reconhecem as múltiplas representações como dimensões interdependentes da aprendizagem química, conforme Gilbert e Treagust (2009). Nesse contexto, a linguagem simbólica deixa de ser vista como formalismo abstrato e passa a ser compreendida como instrumento de tradução de processos invisíveis em representações científicas rigorosas (Elias; Rico, 2020; Kurz; Bedin; Dal-Farra, 2023). Concomitantemente, a valorização do nível submicroscópico aponta para o entendimento das reações como eventos de reconfiguração estrutural das substâncias, o que reforça uma abordagem investigativa e crítica da Química (Johnstone, 1991; Bedin; Moraes, 2024). Ainda, os participantes também indicam que a abordagem multinível contribui para desenvolver autonomia intelectual e pensamento sistêmico nos estudantes. Ao compreender como os fenômenos se manifestam visualmente, como se estruturam em nível molecular e como são representados simbolicamente, os alunos constroem uma visão integrada da Química como ciência aplicada e socialmente relevante (Mallya et al., 2012). Essa visão se potencializa quando o planejamento pedagógico é orientado pelo modelo TPACK, possibilitando que o professor acione intencionalmente os diferentes tipos de conhecimento docente (conteúdo, pedagogia e tecnologia) em uma prática articulada (Harris; Mishra; Koehler, 2009; Graham et al., 2009).

Desse modo, compreende-se que o professor atua como mediador entre os fenômenos observáveis e suas representações abstratas, promovendo aprendizagens estruturadas, visuais e conceitualmente articuladas. A base CPC é mobilizada quando o docente seleciona estratégias didáticas que estimulem os alunos a transitar entre o que veem (macroscópico), o que inferem (submicroscópico) e o que representam (simbólico). O CC é acionado no domínio das reações químicas envolvidas, como a decomposição do HNO_3 e a formação dos óxidos de nitrogênio, enquanto o CT é empregado na exploração visual dessas transformações por meio de animações, simulações moleculares e recursos digitais (Bedin; Moraes, 2024; Kurz; Bedin; Dal-Farra, 2023). Ou seja, a articulação multinível se transforma em um eixo integrador do processo formativo, contribuindo para práticas educativas que favorecem a compreensão científica, o pensamento crítico e a apropriação cidadã da Química. Quando organizada por meio deste CE, essa abordagem permite ao professor integrar de maneira intencional as três bases do TPACK, configurando uma prática pedagógica inovadora, conceitualmente sólida e tecnologicamente atualizada.

Categoria 3: Macroscópico e o visível como porta de entrada – halo verde

Esta categoria, composta por termos como *macroscópico*, *visível* e *representação*, destaca a importância da dimensão observável dos fenômenos químicos como ponto de partida para a construção do conhecimento científico. Os participantes indicam que o nível macroscópico, representado, por exemplo, pela nuvem alaranjada de dióxido de nitrogênio (NO_2), pelos efeitos ambientais

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

do ácido nítrico (HNO_3) e pelos danos materiais, constitui uma via de aproximação entre os estudantes e os conceitos da Química. Essa percepção se alinha ao que Johnstone (1991) defende como uma das portas de entrada mais acessíveis ao pensamento químico, pois parte do concreto e experienciável para alcançar níveis mais abstratos.

Os aspectos visíveis do acidente químico são mencionados como recursos para atrair a atenção dos alunos e promover o engajamento. P1 afirma que *“o estudo sempre começa pelo nível macro. E vai da expertise do professor saber como conduzir para o aprofundamento do nível simbólico e submicroscópico.”* P3 complementa, destacando que os *“aspectos visuais servem como estimulante para o aprofundamento molecular e simbólico”*, e P10 observa que *“realizar o experimento prático sobre a decomposição do ácido nítrico (HNO_3) para os alunos observarem o comportamento da reação química (por exemplo, se ocorreu mudança de cor, liberação de gás)”* é essencial para provocar o interesse e abrir caminhos para níveis complexos de representação. Esses excertos revelam que o nível macroscópico cumpre uma dupla função: motivacional e epistêmica. Ao observar mudanças de cor, liberação de gases ou processos de corrosão, os estudantes são levados a questionar os mecanismos subjacentes a tais transformações, o que promove a transição para os níveis submicroscópico e simbólico. Para Gilbert e Treagust (2009) a aprendizagem química se fortalece quando há transposição intencional entre representações visuais, modelos mentais e linguagem simbólica.

Nesse processo, a mediação do professor é crucial, e a condução pedagógica eficaz depende da articulação entre as bases do modelo TPACK, especialmente quando se trata de transformar o visível em ponto de partida para o abstrato. O domínio conceitual é essencial para explicar as propriedades dos ácidos, a formação de gases e as reações de decomposição. A base pedagógica permite organizar essas experiências de modo significativo, e a base tecnológica oferece recursos, como vídeos, simulações moleculares, imagens ampliadas ou laboratórios virtuais, para explorar visualmente os fenômenos em detalhe (Harris; Mishra; Koehler, 2009; Bedin; Moraes, 2024). Assim, o CE analisado, ao apresentar elementos visualmente impactantes e socialmente relevantes, revela-se uma metodologia ativa eficaz para iniciar o processo de aprendizagem por meio da observação sensível. Conforme sugerem Galeski e Bedin (2024), o uso intencional do nível macroscópico possibilita conectar a vivência cotidiana dos alunos com conceitos científicos, criando uma ponte entre o que se vê e o que se compreende.

Esse movimento planejado, quando ancorado no TPACK, amplia o potencial formativo do CE, pois permite ao professor operar a transição entre níveis representacionais de modo estruturado, reflexivo e integrado. Portanto, esta categoria evidencia que o nível macroscópico, por sua concretude e acessibilidade, constitui um ponto de partida estratégico para o ensino de



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Química. Quando o professor reconhece esse potencial e estrutura sua prática considerando o modelo TPACK, amplia as possibilidades de engajamento e compreensão dos estudantes, transformando a observação inicial em um percurso investigativo que envolve interpretação teórica e formalização simbólica. Assim, a visualidade do fenômeno atua como estímulo sensorial, mas, sobretudo, como catalisador de aprendizagens mais profundas e integradas (Elias; Rico, 2020; Graham et al., 2009; Oliveira, 2013).

CONCLUSÃO

A análise das respostas dos participantes evidenciou que o CE proposto foi amplamente reconhecido como uma metodologia ativa promissora para o ensino de Química. Os professores em formação identificaram com clareza o potencial do caso em articular os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico do conhecimento químico, favorecendo uma aprendizagem ativa e contextualizada. A situação do vazamento de ácido nítrico foi compreendida como ponto de partida para a exploração de conteúdos químicos relevantes, permitindo aos estudantes construir conexões entre a observação do fenômeno, sua explicação molecular e sua representação simbólica.

O estudo também revelou que os participantes percebem o papel central do professor na mediação do processo formativo, especialmente ao planejar estratégias que permitam transitar intencionalmente entre os diferentes níveis representacionais. Essa mediação se dá por meio da mobilização integrada das sete bases do modelo TPACK, o que foi identificado nos discursos, ainda que de forma implícita. Foram mencionadas ações relacionadas ao CC (explicar reações), ao CP (conduzir discussões didáticas) e ao CT (utilizar recursos visuais e digitais para representar fenômenos), evidenciando uma visão integrada da prática docente. A AS realizada no IRaMuTeQ reforça qualitativamente esses achados. As categorias expressam de modo significativo a compreensão dos participantes sobre os elementos estruturantes da proposta. A centralidade do termo “químico” e sua forte conexão com “nível”, “simbólico”, “macroscópico” e “submicroscópico” confirmam a potência do CE como uma metodologia que favorece a transposição entre representações, ao mesmo tempo em que amplia a visão crítica, investigativa e contextual dos conteúdos escolares.

Como limite, destaca-se que a análise foi realizada a partir de um corpus relativamente pequeno e restrito a professores em formação inicial e continuada, vinculados a um mesmo contexto acadêmico. Isso sugere a necessidade de desdobramentos que envolvam uma amostra mais ampla e diversificada, incluindo diferentes instituições e perfis docentes. Futuras investigações podem aprofundar a relação entre os elementos do TPACK e os modos como professores em formação ou em exercício planejam e implementam atividades



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

com base em estudos de caso, explorando os efeitos concretos dessas estratégias na aprendizagem dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- BEDIN, E.; CLEOPHAS, M. das G. Storytelling como ferramenta educativa eficaz no ensino de história da química. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 16, n. 2, p. 355-382, 2023.
- BEDIN, E.; MORAIS, C. S. L. Percepções de professores de química em formação inicial quanto à articulação tecnologia-pedagogia-ciência em suas práticas na pandemia. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 40, 2024.
- ELIAS, M. A.; RICO, V. Ensino de biologia a partir da metodologia de estudo de caso. **Revista Thema**, Tubarão, v. 17, n. 2, p. 392-406, 2020.
- GALESKI, H. da R.; BEDIN, E. Oficina pedagógica formativa e a transição pelos níveis macroscópico, simbólico e microscópico. **Revista Intersaberes**, Curitiba, e24tl4003, 2024.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.
- GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. F. (Ed.). **Multiple representations in chemical education**. Dordrecht: Springer, 2009.
- GRAHAM, A. **Como escrever e usar estudos de caso para ensino e aprendizagem no setor público**. Brasília: ENAP, 2010.
- GRAHAM, C. R. et al. TPACK development in science teaching: Measuring the TPACK confidence of inservice science teachers. **TechTrends**, v. 53, n. 5, p. 70-79, 2009.
- HARRIS, J.; MISHRA, P.; KOEHLER, M. Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge and Learning Activity Types: Curriculum-based Technology Integration Reframed. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 41, n. 4, p. 393-416, 2009.
- JOHNSTONE, A. H. Macro and microchemistry. **School Science Review**, v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.
- JOHNSTONE, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 7, n. 2, p. 75-83, 1991.
- JONG, O.; TABER, K. S. Teaching and learning the many faces of chemistry. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Handbook of research on science education**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. p. 631-652.
- KURZ, D. L.; BEDIN, E.; DAL-FARRA, R. A. O ensino de Química na perspectiva da BNCC: uma proposição didática para o ensino de geometria molecular e polaridade das moléculas. **Anais... Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – XIV ENPEC – Caldas Novas, Goiás**, 2023.
- MALLYA, A. et al. Extending science beyond the classroom door: learning from students' experiences with the Choice, Control and Change (C3) curriculum. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 2, p. 244-269, 2012.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2004.
- MISHRA, P.; KOEHLER, M J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers college record**, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^ª EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

MOURA, S. R. B. et al. Análise de similitude dos fatores associados à queda de idosos. **Revista Interdisciplinar**, v. 8, n. 1, p. 167-173, 2015.

OLIVEIRA, G. Estudo de casos. In: OLIVEIRA, G. **Metodologias ativas**: aplicações e vivências em Educação Farmacêutica. São Paulo: Abenfarbio, 2013.

QUEIROZ, S. L. **Estudo de caso aplicados ao ensino de ciências da natureza**: ensino médio. São Paulo: Centro Paula Souza, 2015.

SEGURA, E.; KALHIL, J. B. A metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 3, n. 1, p. 87-98, 2015.

URGILÉS, M. D. F. et al. Estudio de caso como metodología activa para la prevención del acoso escolar. **Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía**, v. 5, n. 1, p. 773-792, 2020.

VARGAS, I.; GONZÁLEZ, X.; NAVARRETE, T. Metodología activa en el Estudio de Caso para desarrollo del pensamiento crítico y sentido ético. **Enfermería Universitaria**, v. 15, n. 3, p. 244-254, 2018.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química

