



Análise das concepções de licenciandos em Química sobre Eletroquímica a partir da aplicação de um Estudo de Caso

Analysis of Chemistry Pre-service Teachers' Conceptions on Electrochemistry Based on the Application of a Case Study

Everton Bedin¹

Resumo:

Este estudo visa analisar o nível do conhecimento científico mobilizado por professores de Química em formação inicial durante a resolução de um Estudo de Caso que envolveu o conteúdo de Eletroquímica. A pesquisa, de natureza aplicada e objetivo exploratório, envolveu 24 estudantes que, após atividades introdutórias e organizados em grupos, resolveram um Estudo de Caso simulando um problema de corrosão. A análise dos dados, orientada pelos pressupostos da Análise de Conteúdo a partir da abordagem qualitativa, revelou diferentes níveis de domínio conceitual, reconstrução significativa do conhecimento e presença de erros conceituais. A maioria dos licenciandos demonstrou dificuldades em articular os conceitos eletroquímicos a situações cotidianas, mesmo diante de uma proposta contextualizada. Os resultados indicam fragilidades na formação docente, especialmente quanto à integração entre teoria e prática e à construção de significados científicos. O estudo aponta para a necessidade de práticas formativas mais investigativas, dialógicas e conectadas à realidade profissional dos futuros docentes.

Palavras-chave: Formação Docente; Ensino de Química; Metodologias Ativas.

Abstract:

This study aims to analyze the level of scientific knowledge mobilized by pre-service Chemistry teachers during the resolution of a Case Study involving Electrochemistry content. The research, applied in nature and exploratory in scope, involved 24 students who, after participating in introductory activities and being organized into groups, solved a Case Study simulating a corrosion-related problem. Data analysis, guided by the principles of Content Analysis and grounded in a qualitative approach, revealed varying levels of conceptual mastery, meaningful knowledge reconstruction, and the presence of conceptual errors. Most participants demonstrated difficulties in articulating electrochemical concepts with everyday situations, even when presented with a contextualized proposal. The results indicate weaknesses in teacher education, particularly in the integration of theory and practice and the construction of scientific meaning. The study highlights the need for more investigative, dialogical, and professionally relevant formative practices for future teachers.

Keywords: Teacher Education; Chemistry Teaching; Active Methodologies.

¹ Doutor e Pós-Doutor em Educação em Ciências: química da vida e saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor permanente no Departamento de Química e nos Programas de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) e Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5636-0908>. E-mail: bedin.everton@gmail.com

1. Introdução

O desenvolvimento do conteúdo científico no Ensino Superior, embora possa parecer um processo relativamente direto para disciplinas consolidadas, ainda demanda a implementação de ações pedagógicas mais efetivas que transcendam a mera transmissão de informações. A busca por uma aprendizagem efetiva requer estratégias que promovam a contextualização e a solidificação dos saberes, e incentivem a mobilização crítica do conhecimento construído. Sem essa conexão com a realidade e a experiência vivida, o aprendizado corre o risco de se tornar fragmentado e desprovido de relevância para o futuro profissional, especialmente na formação docente.

A área da Química, particularmente, oferece inúmeras oportunidades para essa abordagem contextualizada, dada a sua intrínseca relação com o mundo material e os fenômenos do cotidiano. Dentre seus diversos campos, a Eletroquímica se destaca por sua presença marcante no dia a dia das pessoas, desde o funcionamento de pilhas e baterias, que alimentam dispositivos eletrônicos, até processos industriais complexos e fenômenos naturais, como a corrosão (Santos; Mortimer, 2000). Essa onipresença confere à Eletroquímica um potencial pedagógico singular, permitindo explorar conceitos científicos a partir de situações concretas e familiares aos estudantes.

Contudo, apesar dessa vasta aplicabilidade e relevância cotidiana, o ensino de Eletroquímica frequentemente enfrenta obstáculos significativos, sobretudo no âmbito da formação inicial de professores. Muitos licenciandos percebem este conteúdo como excessivamente abstrato e de difícil compreensão, conforme apontam estudos (Santos et al., 2021; Ferreira; Gonçalves; Salgado, 2021; Venturi *et al.*, 2021). Essa percepção pode gerar uma barreira para a aprendizagem e, conseqüentemente, para o futuro ensino desses conceitos na Educação Básica, perpetuando um ciclo de dificuldades (Kurz; Autor, 2019).

Superar essa barreira exige do formador de professores uma ação didática intencional, que vá além dos métodos tradicionais de ensino (Fernandes; Sant'ana, 2021; Bedin, 2024). A filosofia educacional de John Dewey, ao enfatizar a aprendizagem pela experiência e pela resolução de problemas, oferece um caminho promissor (Placides; Costa, 2021). Nesta conjuntura, a incorporação de metodologias ativas, que colocam o estudante no centro do processo de aprendizagem, surge como uma alternativa para promover uma compreensão mais profunda e aplicada dos conceitos eletroquímicos, conectando teoria e prática (Teles; Bedin; Silva, 2024).

Nesse contexto, a metodologia ativa Estudo de Caso ganha especial relevância, pois, conforme discutido por Araújo e Orlandi (2023), propicia um ambiente investigativo, no qual os alunos são desafiados a analisar situações complexas, mobilizar conhecimentos prévios e buscar soluções fundamentadas. Essa metodologia favorece a compreensão conceitual, bem como o desenvolvimento de habilidades críticas e reflexivas essenciais à prática docente, ao promover a aprendizagem contextualizada por meio da resolução colaborativa de problemas (Oliveira, 2013). Como destacam Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), o ensino por meio de situações-problema favorece a construção de significados contextualizados, promovendo maior engajamento e criticidade.

Isto é, o Estudo de Caso, ao colocar os estudantes diante de situações reais ou simuladas, promove o pensamento investigativo, a tomada de decisão e o engajamento ativo com o conhecimento, favorecendo a construção de sentidos a partir da realidade concreta. Conforme apontam Lima e Silva (2021), o Estudo de Caso permite integrar teoria e prática, desenvolvendo saberes fundamentais à docência, como a análise crítica, a intencionalidade pedagógica e a capacidade de argumentação fundamentada. Diante do exposto, questiona-se: qual é o nível de conhecimento científico mobilizado por licenciandos em Química na resolução de um Estudo de Caso sobre Eletroquímica que se fundamenta na articulação de conceitos teóricos a uma situação prática e contextualizada?

Assim, à luz da problematização, o presente artigo visa analisar o nível de conhecimento científico mobilizado por licenciandos em Química na resolução de um Estudo de Caso sobre Eletroquímica, considerando a articulação entre conceitos teóricos e uma situação prática e contextualizada. Este objetivo se justifica no intento de compreender como esses futuros docentes aplicam os conceitos teóricos em uma situação prática e contextualizada, identificando potencialidades e desafios nesse processo, para subsidiar reflexões sobre as práticas de formação na área.

2. Fundamentação Teórica

A formação inicial de professores representa um pilar fundamental na construção de um sistema educacional de qualidade, sendo o espaço privilegiado para o desenvolvimento do domínio de conteúdos específicos, bem como dos saberes pedagógicos necessários para uma prática docente significativa (Silva; Oliveira, 2009). Nesse processo, a articulação entre o conhecimento científico e sua aplicação em contextos reais emerge como um desafio central,

especialmente em áreas como a Química, onde a abstração conceitual pode dificultar a conexão com o cotidiano dos futuros alunos.

A mera transmissão de conhecimentos, desvinculada da experiência e da reflexão sobre a prática, mostra-se insuficiente para formar professores capazes de formar seus estudantes e promover uma aprendizagem contextualizada. Inspirando-se nas ideias de John Dewey, compreende-se que a educação deve ser um processo ativo, onde o aprender se dá pela ação e pela resolução de problemas relevantes (Placides; Costa, 2021). Portanto, a formação docente deve ir além da teoria, proporcionando vivências que permitam ao futuro professor experimentar, refletir e construir seu próprio saber pedagógico (Bedin; Del Pino, 2016).

A construção do conhecimento científico de forma aplicada e crítica torna-se, assim, um imperativo na formação de professores de Química. Não basta que o licenciando domine as fórmulas e os conceitos; é preciso que ele compreenda como esse conhecimento se manifesta no mundo, como ele pode ser utilizado para interpretar fenômenos e resolver problemas práticos. Essa compreensão, além de ser um fator destaque de aprendizagem, é essencial para que ele possa, futuramente, mediar a aprendizagem de seus próprios alunos de maneira contextualizada e relevante.

A contextualização, como defendem Nascimento e Romero (2019), é uma ação pedagógica necessária no ensino de química, pois busca estabelecer pontes entre o conteúdo escolar e a realidade vivenciada pelos estudantes. Ao relacionar os conceitos científicos com situações do cotidiano, o professor potencializa a compreensão do aluno e demonstra a pertinência e a aplicabilidade daquele saber, despertando o interesse e a motivação do sujeito. No ensino de Química, essa abordagem é particularmente frutífera, pois contribui para a construção do significado dos conceitos científicos por meio da mediação discursiva em sala de aula (Mortimer; Scott, 2002). Ainda, conforme destaca Silva (2007), a contextualização favorece o desenvolvimento de saberes críticos nos alunos, permitindo-lhes interpretar fenômenos à luz da ciência e refletir sobre suas implicações sociais, econômicas e ambientais.

Entretanto, a implementação de uma abordagem contextualizada exige do professor formador um profundo domínio do conteúdo e uma capacidade de identificar suas conexões com o mundo real. No caso da Eletroquímica, essa tarefa se reveste de particular importância e, ao mesmo tempo, de desafios consideráveis. A Eletroquímica permeia inúmeros aspectos da vida moderna, desde tecnologias essenciais até processos biológicos e ambientais, oferecendo um vasto campo para a contextualização e a aplicação diária dos conceitos científicos (Lima,

2016). Apesar desse potencial, o ensino de Eletroquímica é frequentemente marcado por dificuldades, como apontado por Santos *et al.* (2021).

A natureza abstrata de conceitos como potencial elétrico, fluxo de elétrons e reações redox, aliada a uma abordagem muitas vezes excessivamente algorítmica nos livros didáticos e nas práticas de sala de aula, contribui para que muitos estudantes, incluindo futuros professores, percebam a Eletroquímica como um campo árido e desconectado da realidade. Essa percepção negativa, construída muitas vezes desde a Educação Básica, pode se solidificar durante a formação inicial se não forem adotadas estratégias pedagógicas que promovam uma compreensão mais profunda e significativa. A dificuldade em visualizar os processos microscópicos e ler a simbologia, relacionando-os com os fenômenos macroscópicos observáveis, é uma barreira comum que precisa ser transposta por meio de abordagens didáticas inovadoras e focadas na mobilização crítica do conhecimento.

É nesse cenário que a inserção de metodologias ativas na formação de professores de Química ganha destaque. Essas metodologias, ao deslocarem o foco do ensino centrado no professor para a aprendizagem centrada no aluno, promovem o engajamento, a autonomia e o desenvolvimento do pensamento crítico (Camargo; Bedin, 2024); elas criam oportunidades para que os licenciandos aprendam sobre o conteúdo de Eletroquímica e, sobretudo, vivenciem formas de ensiná-la de maneira mais dinâmica e contextualizada. As metodologias ativas ressoam fortemente com a filosofia de Dewey, que advogava por uma Educação Baseada na experiência (Placides; Costa, 2021). Ao colocar os estudantes diante de problemas, projetos ou casos reais, essas metodologias incentivam a investigação, a colaboração e a aplicação do conhecimento em situações concretas, tornando a aprendizagem um processo mais ativo, reflexivo e duradouro.

Nesse sentido, Vargas, González e Navarrete (2018) demonstraram que o uso de Estudo de Caso no ensino contribui de forma significativa para o desenvolvimento do pensamento crítico e do sentido ético, dimensões indispensáveis na formação de professores capazes de tomar decisões fundamentadas e sensíveis às complexidades do cotidiano escolar. Esse tipo de metodologia estimula a análise reflexiva, o posicionamento argumentativo e a intencionalidade pedagógica - elementos essenciais para uma docência mais humanizada e comprometida com a transformação social. Complementarmente, Urgilés *et al.* (2020) evidenciam o potencial do Estudo de Caso para promover análises complexas e ações conscientes mesmo em temáticas sensíveis, como o combate ao bullying escolar, ao favorecer a construção de posicionamentos éticos por meio do enfrentamento de dilemas reais e coletivos.

Assim, ao trabalhar com Estudo de Caso em Eletroquímica, os licenciandos são desafiados a aplicar os conceitos aprendidos em situações complexas e multifacetadas, que espelham os desafios que poderão encontrar em sua futura prática profissional; eles precisam analisar dados, interpretar fenômenos, considerar diferentes variáveis e tomar decisões baseadas em evidências científicas, desenvolvendo habilidades essenciais para o ensino contextualizado (Silva Nunes *et al.*, 2013). A análise de um caso permite ir além da simples aplicação de fórmulas, exigindo uma compreensão conceitual mais robusta e a capacidade de relacionar diferentes aspectos do conhecimento eletroquímico. Além disso, o trabalho em grupo, comum na aplicação de Estudos de Caso, favorece a troca de ideias, a argumentação e a construção coletiva do conhecimento, habilidades cruciais para a colaboração profissional.

Assim como demonstrado por Elias e Rico (2020), a utilização do Estudo de Caso favorece a contextualização de conteúdos científicos a partir de situações cotidianas, promovendo a construção ativa do conhecimento e aproximando os estudantes da realidade concreta em que esses saberes se manifestam. Os autores destacam que esse tipo de abordagem contribui para romper com a fragmentação do ensino, ao mobilizar os alunos na resolução de problemas que exigem articulação entre conceitos e vivências. De modo semelhante, Segura e Kalhil (2015) apontam que a adoção de metodologias ativas, como o Estudo de Caso, estimula o pensamento crítico, a autonomia intelectual e o protagonismo dos estudantes nos processos de ensino e aprendizagem em Ciências, desde que acompanhada de mediação intencional e espaços de reconstrução conceitual.

3. Metodologia Científica

A presente pesquisa caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, pois busca compreender em profundidade as nuances do conhecimento científico mobilizado pelos participantes em um contexto específico, valorizando os significados e as interpretações emergentes (Lakatos; Marconi, 2017). Quanto à sua natureza, classifica-se como uma pesquisa aplicada, uma vez que objetiva gerar conhecimentos voltados para a solução de problemas práticos identificados no âmbito da formação inicial de professores de Química, especificamente no ensino de Eletroquímica. Em relação ao procedimento, a pesquisa configura-se como uma intervenção pedagógica (Damiani *et al.*, 2013). Foi planejada e implementada uma atividade didática específica – Estudo de Caso – com o intuito de observar e analisar como os participantes aplicavam seus conhecimentos em uma situação simulada. O

objetivo é exploratório, buscando explorar o fenômeno da aplicação do conhecimento eletroquímico pelos licenciandos e descrever as características desse processo (Gil, 2008).

A atividade foi desenvolvida com um grupo de 24 estudantes regularmente matriculados em um curso de Licenciatura em Química, licenciandos em química. A participação foi voluntária e precedida da assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, com a pesquisa aprovada no Comitê de Ética da Universidade Federal do Paraná (UFPR), sob o CAAE: 84735324.1.0000.0214. Primeiramente, os licenciandos assistiram um vídeo introdutório sobre eletroquímica (<https://www.youtube.com/watch?v=Dm03CZ5mpNs>) e, após, responderam a um questionário diagnóstico para aferir conhecimentos prévios sobre o tema. Posteriormente, o professor formador, a partir das dúvidas dos licenciandos no questionário diagnóstico, aprofundou os conceitos em sala de aula e, na sequência, os licenciandos foram organizados em grupos de cinco pessoas e instigados a aplicar o conhecimento sobre Eletroquímica na resolução de um Estudo de Caso (Quadro 1). O tempo destinado para a discussão em grupo e resolução do caso foi de 30 minutos.

QUADRO 1: Estudo de Caso

A cerca que está desaparecendo

Contexto: A família Silva mora há mais de 10 anos em uma casa com um amplo quintal, cercado por uma estrutura de ferro que foi instalada quando se mudaram. Nos últimos meses, a família começou a perceber que a cerca estava se deteriorando rapidamente: surgiram pontos de ferrugem, partes da estrutura ficaram frágeis, e algumas hastes chegaram a quebrar sozinhas. D^a Maria, procurou ajuda na escola local, pedindo se algum professor poderia explicar por que a cerca está “desaparecendo” e como poderia resolver ou, ao menos, retardar esse processo. Você assumiu o desafio.

Situação-problema: A missão é entender os processos químicos envolvidos no processo, explicar cientificamente o que está acontecendo à família Silva, e propor soluções viáveis de proteção.

Informações adicionais fornecidas:

- A cerca é de ferro (Fe) e foi instalada diretamente no solo, sem proteção aparente.
- Em dias chuvosos, o solo ao redor da cerca fica alagado por horas.
- Algumas partes da cerca estão em contato com fios de arame galvanizado (zinco).

Fonte: o autor (2025).

É necessário destacar que a escolha do vídeo introdutório se justifica por sua capacidade de apresentar, de forma sintética e acessível, os conceitos centrais da Eletroquímica. Apesar de direcionado ao Ensino Médio, o material contempla fundamentos relevantes para a resolução do Estudo de Caso; logo, considerando o perfil dos licenciandos, o vídeo funcionou como nivelador conceitual (Silva; Oliveira, 2009).

Os dados da pesquisa foram constituídos a partir das resoluções escritas apresentadas pelos grupos ao final da atividade. A análise desses dados seguiu uma abordagem interpretativa e indutiva, fundamentada nos pressupostos metodológicos da Análise de Conteúdo (Bardin, 2016). No primeiro momento, fez-se a pré-análise, na qual se organizou o material via leitura flutuante e se definiu os objetivos e a elaboração do corpus. Na sequência, realizou-se a exploração do material por meio da codificação dos dados, com recorte dos textos em unidades de registro (palavras, frases, temas), para a categorização e a classificação. Ao final, promoveu-se o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação dos dados à luz do objetivo da pesquisa e do referencial teórico.

4. Resultados e Discussão

Consoante ao perfil dos respondentes, este revela uma diversidade formativa e identitária significativa. Quanto ao gênero, 50% dos respondentes se identificam como do sexo masculino, 44,4% como feminino e os 5,6% restantes como não binários. Em relação à etapa do curso, 27,8% estão no 9º período, enquanto 33,3% se concentram entre o 2º e o 3º períodos e outros 33,3% entre o 4º e o 5º; apenas 5,6% estão entre o 6º e o 7º períodos. Sobre o turno de matrícula, 39% dos licenciandos são vinculados ao curso noturno, 28% ao diurno e os 33% restantes estão matriculados na modalidade ABI (Área Básica de Ingresso).

Em relação às áreas de interesse acadêmico dentro da Química, visto não representarem áreas reconhecidas oficialmente como profissão no Brasil, a maioria (44,4%) dos licenciandos declarou preferência pela área de Ensino, seguida pelas áreas de Química Orgânica (16,7%) e Química Analítica (16,7%); 11,1% manifestaram interesse pela área de Físico-Química, e os demais demonstraram afinidade com a Química Inorgânica. Esses dados indicam uma amostra composta majoritariamente por estudantes ainda em fases iniciais ou intermediárias do curso, com expressiva inclinação à docência, o que contribui para a relevância da análise empreendida neste estudo.

Nesse cenário, o Estudo de Caso, como metodologia ativa, apresenta-se como uma estratégia para revelar tanto os saberes mobilizados quanto as lacunas conceituais dos estudantes, as quais são recorrentes na aprendizagem de Eletroquímica, como apontam Ferreira, Gonçalves e Salgado (2021), que identificam desafios na compreensão de processos como oxirredução e funcionamento de pilhas. Conforme analisa Oliveira (2013), essa metodologia permite que os sujeitos enfrentem situações próximas da realidade profissional, demandando

raciocínio aplicado, argumentação e tomada de decisão - dimensões essenciais para a formação docente. No entanto, a efetividade do Estudo de Caso depende da clareza dos objetivos pedagógicos e da qualidade da mediação realizada, uma vez que sua aplicação sem reflexão crítica pode resultar apenas em resoluções superficiais ou tecnicistas. Com base nisso, no Quadro 2 são apresentadas as produções dos grupos participantes.

QUADRO 2: Respostas dos licenciandos ao Estudo de Caso

Grupo	Resposta
1	O fenômeno ocorreu devido ao contato entre ferro e água, onde o ferro sofre oxidação (perde elétrons) e o oxigênio sofre redução (recebe elétrons). Além disso, o oxigênio atmosférico também sofre redução, formando óxido de ferro, popularmente conhecido como ferrugem. Assim, a perda de elétrons gera a degradação da grade. Nas partes da grade em contato com o zinco, a degradação do ferro não ocorre, pois o zinco é mais reativo, sofrendo oxidação no lugar do ferro. Como proposta de intervenção, é recomendado que uma calçada seja feita para evitar contato com a água quando chover. Além de pintar a grade com tinta específica para a minimizar o contato com o ar.
2	Quimicamente O ferro é altamente reativo então ele reage com o oxigênio do ar formando o óxido de ferro que é a ferrugem e que faz acerca desaparecer ponto ainda o contato da cerca com a água da chuva faz com que os íons de Ferro (Fe^{2+}) provenientes da cerca apareçam e estes estão ainda mais próximos para reagir com oxigênio e oxidar. Por fim, o contato com o zinco que é também o metal muito reativo, tem um potencial de redução menor do que o ferro, provoca a oxidação no mesmo. Para resolver inicialmente é necessário a construção de uma valeta para o escoamento da água das chuvas, além disso passar limão na cerca para que o ácido presente no mesmo retarde a oxidação da cerca.
3	Dias de chuva transformam a cerca e os fios de arame em uma espécie de pilha, servindo como ponte para interação das duas que, somado ao contato desprotegido com o solo, a oxidação do ferro. Uma das soluções possíveis é fazer um calço de borracha nas bases da cerca, impedindo a interação, ou pintar a cerca com uma tinta com base em zinco, protegendo o ferro da oxidação e impedindo o contato com a umidade.
4	Os processos químicos envolvidos são de oxidação entre o ferro e o zinco. Cientificamente, ocorre uma redução de elétrons por parte do ferro e aumenta a massa de zinco por ele ser agente redutor (recebe elétrons, desta forma explica-se o porquê acerca de ferro está se deteriorando.
5	A cerca feita de ferro foi enferrujando com as chuvas, pois com o passar do tempo a água foi acumulando e deixando o ambiente da cerca úmido devido a troca de elétrons do oxigênio da água como ferro acontece esse fenômeno que é chamado de oxidação (ferro perde elétrons) dona Maria pode tomar as seguintes precauções usar tinta que prolonga a duração da cerca desacelerando a oxidação, fazer uma valeta para evitar o acúmulo de água e isolar os fios de arame de zinco, pois também acelera a degradação da cerca de ferro.

Fonte: dados da pesquisa (2025).

Consoante aos elementos presentes no Quadro 2, foi realizada a análise segundo os pressupostos da Análise de Conteúdo. Na primeira etapa, a pré-análise, buscou-se compreender como os licenciandos aplicaram os conceitos de Eletroquímica, avaliando tanto o grau de

compreensão conceitual quanto a capacidade de propor intervenções fundamentadas. Para isso, foram definidos critérios de categorização com base no conteúdo científico, a saber: (i) compreensão do processo de oxidação do ferro (reações de óxido-redução); (ii) identificação da formação da ferrugem e seu contexto reacional; (iii) papel do oxigênio e da água na corrosão; (iv) entendimento do par galvânico Fe-Zn, considerando reatividade e proteção catódica; (v) propostas de intervenção fundamentadas cientificamente; e, (vi) erros conceituais relevantes.

Na segunda fase da Análise de Conteúdo, denominada exploração do material, realizou-se o processo de codificação e categorização das respostas dos grupos, com base nos critérios previamente definidos na etapa de pré-análise. Essa fase consistiu na identificação das unidades de registro relacionadas aos conceitos centrais de Eletroquímica presentes nas produções dos licenciandos, permitindo organizar as informações de maneira sistemática e comparativa. A partir dessa análise, foi possível construir o Quadro 3, que sintetiza o desempenho de cada grupo em relação aos seis critérios estabelecidos.

QUADRO 3: Organização das respostas dos licenciandos consoantes aos critérios

G	i	ii	iii	iv	v	vi	Classificação
1	C	C	Considerados	C	Pintura e calçada	Nenhum	Completa e fundamentada
2	C	R	Incluídos	Confusa	Valeta (ok), limão (incorreto)	Proteção por Zn e uso de ácido	Parcialmente correta, com erro conceitual importante
3	In	S	Implícitos	C	Borracha e tinta com Zn	Nenhum	Correta, criativa e bem fundamentada
4	I	A	Ignorados	I	A	Grave (reações redox)	Com forte erro conceitual e sem fundamentação
5	C		C	C	Tinta, valeta, isolamento	Nenhum	Correta e cientificamente fundamentada

Fonte: o autor (2025). Leg.: G – grupo; C – correta; I – incorreta, R – reconhecida; S – subentendida; A – ausente; In -inferida.

A partir dos dados apresentados no Quadro 3, é possível identificar diferentes níveis de compreensão conceitual e de mobilização crítica do conhecimento entre os grupos analisados. Os grupos 1, 3 e 5 demonstraram domínio adequado dos conceitos de Eletroquímica, articulando esse conhecimento a propostas de intervenção coerentes e cientificamente fundamentadas. O grupo 2 apresentou desempenho intermediário, evidenciando certa compreensão dos fenômenos, mas com interpretações equivocadas sobre o papel do zinco e a

sugestão de uma intervenção inadequada (uso de limão). Já o grupo 4 revelou sérios equívocos conceituais, com ausência de fundamentos científicos e propostas de solução.

Nesse contexto, na terceira etapa da Análise de Conteúdo - tratamento dos resultados, inferência e interpretação – visou-se compreender com que profundidade os licenciandos mobilizaram os saberes científicos em suas respostas. A partir dessa análise, emergiram três categorias interpretativas que orientaram a leitura dos dados: (i) Domínio Conceitual, (ii) Reconstrução Significativa do Conhecimento e (iii) Erros Conceituais. A categoria *Domínio Conceitual* refere-se à forma como os alunos compreendem os princípios básicos da Eletroquímica - como oxidação, redução, potenciais eletroquímicos e mecanismos de corrosão - em contextos aplicados. Já a categoria *Reconstrução Significativa do Conhecimento* avalia a capacidade de transpor esses conhecimentos teóricos para intervenções contextualizadas e socialmente relevantes, saber essencial para a formação de professores que integrem ciência e realidade. Por fim, a categoria *Erros Conceituais* diz respeito à presença de interpretações que comprometem significativamente a compreensão científica e pedagógica dos fenômenos analisados.

A construção dessas categorias dialoga com a perspectiva de Bardin (2011), ao compreender que a Análise de Conteúdo deve possibilitar inferências válidas a partir das unidades de significado presentes nos discursos. Mais do que um julgamento entre certo ou errado, essas categorias revelam dimensões formativas e epistemológicas do processo de aprendizagem, permitindo acessar como os licenciandos constroem - ou deixam de construir - relações entre teoria e prática, entre conceitos científicos e contextos sociais. Além disso, oferecem subsídios importantes para repensar aspectos do currículo formativo, como a integração entre conteúdos, a valorização da investigação e a preparação para uma prática pedagógica crítica e reflexiva.

4.1.Categoria 1: Domínio conceitual

A análise das respostas revela que parte dos licenciandos apresenta domínio satisfatório dos conceitos fundamentais da Eletroquímica, especialmente no que diz respeito aos processos de oxidação e ao papel do oxigênio na formação da ferrugem. O Grupo 1, por exemplo, afirma que “o ferro sofre oxidação (perde elétrons) e o oxigênio sofre redução (recebe elétrons)”, demonstrando familiaridade com as reações redox que compõem o processo de corrosão. O Grupo 5 também mostra compreensão ao afirmar que “com o passar do tempo a água foi acumulando e deixando o ambiente da cerca úmido devido à troca de elétrons do oxigênio da

água com o ferro”. Estas respostas sugerem apropriação de conceitos centrais da Eletroquímica, ainda que, em alguns casos, a redação ou precisão terminológica possa ser aprimorada.

No entanto, embora o Grupo 5 tenha demonstrado domínio conceitual em diversos aspectos da Eletroquímica, a sugestão de “isolar os fios de arame de zinco, pois também acelera a degradação da cerca de ferro” revela uma interpretação equivocada quanto ao papel do zinco na formação do par galvânico. No contexto do Estudo de Caso, o zinco, por apresentar maior reatividade que o ferro, atua como ânodo de sacrifício, protegendo o ferro por meio do processo de proteção catódica. A lógica dos licenciandos parece ter partido da observação de que nas regiões em contato com o arame galvanizado a corrosão também ocorria, levando-os a concluir, de forma intuitiva, que o zinco estaria agravando o problema.

Todavia, essa leitura desconsidera que a corrosão do zinco é um indicativo de seu funcionamento protetivo, e não de um efeito corrosivo sobre o ferro. Ressalva-se que este tipo de equívoco não é um caso isolado, visto que, conforme os achados de Venturi et al. (2021), é um problema recorrente que destaca a dificuldade de estudantes em formação inicial em compreender com precisão a função dos metais em sistemas eletroquímicos. Esse tipo de interpretação reforça a importância de espaços de sistematização conceitual após a atividade, para esclarecer as nuances envolvidas nos fenômenos analisados.

Ainda, a presença de concepções fragmentadas ou equivocadas também foi identificada em outros momentos, o que é preocupante, considerando o perfil dos respondentes - futuros professores de Química. O Grupo 4, por exemplo, apresenta um entendimento inverso dos papéis de ferro e zinco ao dizer que “ocorre uma redução de elétrons por parte do ferro e aumenta a massa de zinco por ele ser agente redutor”, revelando confusão quanto à direção das transferências de elétrons e ao conceito de agente redutor. Essa oscilação no domínio conceitual indica a necessidade de revisão dos fundamentos teóricos e a importância de metodologias que promovam compreensão significativa, como apontam Mortimer e Scott (2002), ao destacarem que o ensino de ciências deve superar a mera memorização e promover a construção de significados em contextos interativos.

Assim, percebe-se que, embora alguns licenciandos demonstrem familiaridade com os conceitos fundamentais da Eletroquímica, muitos apresentam compreensões fragmentadas ou baseadas na memorização de fórmulas, sem uma real compreensão dos fenômenos envolvidos. Essa constatação corrobora a perspectiva de Franco e Munford (2020), que destacam a necessidade de articular os domínios conceitual, epistêmico e social no ensino de Ciências, promovendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada. Além disso, estudos

internacionais, como o de Mallya et al. (2012), enfatizam que a compreensão conceitual profunda é essencial para que os estudantes possam aplicar o conhecimento científico de forma crítica e reflexiva. Logo, é fundamental que as estratégias de ensino adotadas na formação de professores de Química priorizem a construção de conteúdos e a promoção de experiências que favoreçam a construção ativa e integrada do conhecimento científico.

4.2. Categoria 2. Reconstrução Significativa do Conhecimento

As propostas de intervenção elaboradas pelos grupos demonstram diferentes níveis de articulação entre teoria e prática, o que é fundamental na formação docente, sobretudo quando se espera que o professor seja capaz de transpor o conhecimento acadêmico para contextos escolares e cotidianos. O Grupo 3 oferece uma resposta inovadora e bem embasada, sugerindo “um calço de borracha nas bases da cerca, impedindo a interação, ou pintar a cerca com uma tinta com base em zinco”, o que revela compreensão do funcionamento do par galvânico e da proteção catódica. Já o Grupo 1 recomenda “pintar a grade com tinta específica para minimizar o contato com o ar” e “fazer uma calçada”; ações adequadas do ponto de vista técnico e científico.

Por outro lado, algumas propostas revelam falta de criticidade e de fundamentação científica, como o uso de limão para retardar a oxidação, sugerido pelo Grupo 2. Embora a intenção de reduzir a corrosão esteja presente, a proposta carece de respaldo conceitual e técnico. Como aponta Perrenoud (2000), o saber profissional docente envolve, entre outros aspectos, a capacidade de agir com base em conhecimentos relevantes e atualizados. Essa dimensão prática da formação é crucial, pois implica a compreensão dos fenômenos para além de sua descrição, exigindo que os licenciandos saibam mediar situações-problema com intervenções contextualizadas, críticas e viáveis. Ademais, noutro viés, esse tipo de resposta remete ao que Segura e Kalhil (2015) apontam como uma apropriação superficial de metodologias ativas, quando são aplicadas sem a devida mediação didática. Os autores alertam que, embora as metodologias ativas favoreçam o engajamento, elas não garantem por si só a construção de conhecimento científico robusto, exigindo intencionalidade pedagógica clara e espaços para reconstrução conceitual

4.3. Categoria 3. Erros conceituais

A presença de erros conceituais em algumas respostas aponta para lacunas formativas que merecem atenção no curso de Licenciatura em Química. Um exemplo emblemático é a

afirmação do Grupo 4 de que “ocorre uma redução de elétrons por parte do ferro”, o que representa um erro básico, visto que a redução envolve o ganho, e não a perda de elétrons. O mesmo grupo complementa dizendo que o zinco “aumenta de massa por ser agente redutor”, uma confusão grave dos conceitos de agente redutor e oxidante, indicando falhas no entendimento das reações de oxidorredução. Estes equívocos comprometem a explicação do fenômeno, bem como a futura mediação pedagógica desses sujeitos em sala de aula.

Além disso, o erro do Grupo 2 ao afirmar que o zinco “provoca a oxidação” do ferro, revela um problema de lógica na compreensão da série Eletroquímica e do mecanismo de proteção catódica. Elias e Rico (2020) também observam esse fenômeno em sua pesquisa com licenciandos, e afirmam que, embora o Estudo de Caso promova maior envolvimento, os estudantes frequentemente se apoiam em ideias vagas ou intuitivas quando não têm oportunidades sistemáticas de aprofundamento e validação conceitual. Isso reforça que metodologias ativas precisam ser articuladas a processos contínuos de mediação e reflexão crítica.

É neste campo que Freire (1996) alerta que ensinar exige compreender o que se ensina e como se ensina e, portanto, as falhas conceituais não devem ser vistas como limitações dos alunos, mas como sinalizadores da necessidade de práticas pedagógicas mais investigativas, dialógicas e reflexivas na formação docente. Assim, como ressalta Oliveira (2013), a aplicação de metodologias ativas como o Estudo de Caso exige intencionalidade didática e momentos estruturados de análise e validação dos conhecimentos construídos, sob pena de se tornarem apenas exercícios narrativos sem aprofundamento epistemológico. A ausência de clareza conceitual, especialmente em temas de relevância prática como a corrosão, indica que o ensino ainda não consegue, em muitos casos, integrar o saber científico ao cotidiano de maneira crítica e significativa.

Essa limitação, contudo, não é um fenômeno isolado. Dificuldades também são observadas entre ingressantes em cursos de licenciatura, como mostram Venturi et al. (2021), ao evidenciar a persistência de lacunas conceituais mesmo após o término do Ensino Médio. Ainda, como mostram Urgilés et al. (2020), mesmo quando o Estudo de Caso é utilizado em situações sociais altamente significativas, como a prevenção ao bullying, os resultados nem sempre revelam imediatamente a maturação conceitual ou ética esperada, exigindo continuidade formativa e reflexão orientada. Isso indica que a efetividade da metodologia depende de sua aplicação pontual, mas, sobretudo, da forma como é mediada, acompanhada e intencionada dentro de um processo educativo mais amplo.

Diante do exposto, é possível afirmar que as respostas dos licenciandos refletem um conjunto de fatores que extrapolam a mera memorização de conteúdos, evidenciando implicações mais profundas relacionadas à própria estrutura da formação inicial docente. Considerando que a maioria dos participantes se encontra nos períodos iniciais e intermediários do curso - com 66,6% entre o 2º e o 5º períodos -, é compreensível que ainda estejam em processo de consolidação de saberes conceituais e didáticos. No entanto, esse dado também aponta para uma fragilidade preocupante: mesmo diante de uma proposta didática contextualizada, muitos demonstraram dificuldades em articular conhecimentos científicos a situações reais, revelando marcas de uma formação que ainda opera, em grande medida, sob uma lógica fragmentada e conteudista.

A Eletroquímica, por exemplo, continua sendo ensinada de forma excessivamente abstrata, centrada em algoritmos, cálculos e reações de pilha, com pouca ou nenhuma conexão com problemáticas concretas como a corrosão - justamente o foco do Estudo de Caso proposto. Como destacam Mortimer e Scott (2002), a aprendizagem contextualizada demanda a ativação de conhecimentos prévios em contextos que façam sentido ao sujeito, algo que, neste caso, mostrou-se limitado. Soma-se a isso o fato de que, embora 44,4% dos licenciandos tenham declarado preferência pela área de ensino, a capacidade de traduzir os conceitos científicos em intervenções pedagógicas contextualizadas ainda se mostra pouco desenvolvida, o que evidencia uma lacuna entre intenção e prática formativa.

A presença recorrente de erros conceituais e lacunas interpretativas reforça a hipótese de que os processos de mediação pedagógica ainda não têm promovido práticas investigativas ou dialógicas que favoreçam a problematização, a causalidade e a construção de significados em Química. Muitos estudantes demonstraram apropriação superficial de termos técnicos - como “agente redutor” ou “oxidação” -, reproduzindo explicações aprendidas de forma mecânica, sem compreensão real de seus sentidos no contexto analisado. Este é um indicativo claro do que Freire (1996) denominou como educação bancária - uma transmissão acrítica de conteúdos que não emancipa, apenas acumula. Nesse cenário, as respostas analisadas não devem ser lidas unicamente como falhas individuais, mas como sintomas de uma trajetória formativa que ainda não promoveu rupturas epistêmicas com modelos pedagógicos descontextualizados, pouco integrados e distantes da complexidade do ato de ensinar Química de forma crítica e transformadora.

Portanto, a análise das respostas evidencia que, apesar da riqueza do Estudo de Caso, os estudantes não exploraram plenamente suas potencialidades. Um aspecto importante e pouco

mencionado pelos grupos foi a ausência de correlação explícita entre as variáveis do contexto (água, solo alagado, contato com arame galvanizado) e os mecanismos eletroquímicos de corrosão. Por exemplo, um aspecto conceitual pouco explorado pelos licenciandos foi o papel do solo encharcado como eletrólito no processo de corrosão. Em contextos úmidos, o solo atua como meio condutor de íons, favorecendo a formação de uma pilha galvânica entre metais com diferentes potenciais de redução, como ferro e zinco. Assim, o contato da cerca com o arame galvanizado cria um par galvânico no qual o zinco, sendo mais reativo, tende a oxidar primeiro, protegendo o ferro - princípio da proteção catódica.

A ausência de uma análise mais aprofundada por parte dos licenciandos indica, quiçá, que o delineamento da atividade poderia ter contemplado orientações mais precisas acerca das variáveis contextuais envolvidas, de modo a favorecer a articulação entre os fenômenos eletroquímicos e as condições ambientais específicas (Lima, 2016; Mortimer; Scott, 2002). Entretanto, é igualmente plausível supor que a limitação nas respostas decorra de uma compreensão superficial do princípio da proteção catódica ou, ainda, de uma abordagem apressada na resolução da proposta. Esta lacuna evidencia a necessidade de refletir criticamente sobre os modos de formação inicial docente e de como estruturar práticas pedagógicas que estimulem leituras mais complexas, situadas e integradoras da realidade. O Estudo de Caso, nesse contexto, mostra-se, para além de instrumento avaliativo, como revelador de fragilidades formativas e potencializador de aprofundamentos pedagógicos e epistemológicos.

Ademais, os resultados também evidenciaram a importância de incluir, ao final da atividade, uma etapa de sistematização coletiva dos conhecimentos mobilizados. Esse momento permitiria a reconstrução conceitual, a validação das ideias discutidas e o alinhamento das aprendizagens entre os grupos, favorecendo maior equidade formativa (Mortimer; Scott, 2002). A ausência dessa etapa pode ter contribuído para a persistência de interpretações equivocadas observadas nas produções dos estudantes. Ainda, é essencial destacar que os conhecimentos científicos exigidos para a resolução do Estudo de Caso estão situados entre os níveis de complexidade esperados tanto no Ensino Médio quanto na formação inicial docente. Conceitos como oxidação, potencial eletroquímico e pilhas galvânicas são tratados nas diretrizes curriculares da Educação Básica e aprofundados na graduação em Química (Silva Nunes et al., 2013).

5. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo analisar o nível de conhecimento científico mobilizado por licenciandos em Química durante a resolução de um Estudo de Caso envolvendo conceitos de Eletroquímica. A partir da aplicação da Análise de Conteúdo, foi possível identificar acertos e equívocos conceituais, mas, sobretudo, compreender como os futuros professores articulam (ou não) teoria e prática em situações contextualizadas. Nesse sentido, considera-se que o objetivo foi atingido, visto que os dados analisados revelaram nuances importantes sobre a compreensão conceitual, a capacidade de aplicar saberes científicos e as lacunas formativas que ainda persistem no percurso de formação docente.

Os resultados obtidos são significativos para pensar a qualidade da formação inicial de professores de Química. A diversidade nas respostas dos grupos evidencia diferentes níveis de apropriação do conteúdo eletroquímico, variando entre abordagens fundamentadas e interpretações equivocadas. Isso indica que, mesmo diante de uma atividade contextualizada e estimulante, parte dos estudantes ainda recorre a explicações frágeis ou reproduz termos técnicos sem compreender plenamente seus significados. Esses achados apontam para a necessidade urgente de revisões curriculares que favoreçam o domínio conceitual, bem como a capacidade de transposição didática e intervenção pedagógica em situações reais ou simuladas.

Nesse contexto, o Estudo de Caso mostrou-se uma metodologia ativa promissora para diagnosticar, desenvolver e problematizar saberes docentes em formação. Ao desafiar os estudantes a resolverem uma situação verossímil, que exigia interpretação, raciocínio causal e tomada de decisão, o Estudo de Caso favoreceu o engajamento, a reflexão crítica e o uso ativo do conhecimento. Mais do que avaliar conteúdos, a metodologia permitiu acessar o modo como os licenciandos constroem sentidos a partir da experiência, articulando saberes científicos e pedagógicos. Na formação docente, esse tipo de abordagem contribui decisivamente para o desenvolvimento da autonomia intelectual, da criticidade e da intencionalidade pedagógica (dimensões essenciais para uma docência transformadora).

Por fim, é importante reconhecer algumas limitações deste estudo. A análise restringiu-se a um grupo específico de licenciandos em um contexto pontual, o que limita a generalização dos resultados. Além disso, o tempo disponível para discussão do Estudo de Caso pode ter impactado na profundidade das respostas, e a heterogeneidade do grupo participante, composto por licenciandos em diferentes momentos da formação inicial, pode ter influenciado o nível de domínio conceitual evidenciado nas respostas, uma vez que o contato prévio com o conteúdo de Eletroquímica variava significativamente entre os sujeitos.

Como desdobramentos futuros, sugere-se a ampliação da experiência com estudos de caso em diferentes temas da Química, incorporando momentos sistemáticos de autoavaliação, *feedback* docente e reconstrução conceitual. Também se recomenda o aprofundamento das discussões sobre como integrar efetivamente metodologias ativas aos currículos formativos, de modo a favorecer práticas pedagógicas mais significativas, críticas e comprometidas com a realidade educacional brasileira.

Referências bibliográficas

ARAÚJO, F. M. C. S.; ORLANDI, A. S. O estudo de caso como uma metodologia ativa para o ensino de ciências. In: **Congresso Internacional de Educação SESI-SP**, 6., 2023. Anais [...]. São Paulo: Editora Realize, 2023.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edições 70, 2016.

BEDIN, E. O que ensinar de química?. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 18, n. 1, p. e5118154-e5118154, 2024. <https://doi.org/10.14244/reveduc.v18i1.5118>

BEDIN, E.; DEL PINO, J. C. Rodas de Conversas na Universidade-Formação Docente Tecnológica em Ciências: metodologias de cunho interdisciplinar. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, 2016.

CAMARGO, R. R. de; BEDIN, E. Estado do conhecimento sobre a fusão de metodologias ativas no ensino de química. **Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 22, n. 36, p. e24035-e24035, 2024. <https://doi.org/10.59666/Arete.1984-7505.v22.n36.2317>

ELIAS, M. A.; RICO, V. Ensino de biologia a partir da metodologia de estudo de caso. **Revista Thema**, v. 17, n. 2, p. 392-406, 2020. <http://dx.doi.org/10.15536/thema.V17.2020.392-406.1666>

FERNANDES, R. F.; SANT'ANA, A. S. C. O ensino de robótica educacional por meio de metodologias ativas: o olhar da fenomenologia para os desafios e possibilidades na prática pedagógica do professor. **Interfaces da educação**, v. 12, n. 35, p. 347-371, 2021. <https://doi.org/10.26514/inter.v12i35.4835>

FERREIRA, A. S.; GONÇALVES, A. M.; SALGADO, J. T. S. Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de eletroquímica no ensino médio. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 4, 2021. <https://doi.org/10.29327/269504.3.4-13>

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. O ensino de ciências por investigação em construção: possibilidades de articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico em sala de aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 687-719, 2020. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u687719>

KURZ, D. L.; BEDIN, E. As potencialidades das tecnologias de informação e comunicação para a área das ciências da natureza: uma investigação em periódicos da área. **Interfaces da Educação**, v. 10, n. 30, p. 199-220, 2019. <https://doi.org/10.26514/inter.v10i30.3932>

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LIMA, L. M. D. N. **O ensino de Eletroquímica no ensino médio por investigação**: uma abordagem à luz da aprendizagem cooperativa. 2016. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

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. <https://doi.org/10.1002/tea.21006>

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em ensino de ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002. <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/562>

NASCIMENTO, E. M.; ROMERO, A. L. R. S. Contextualização no ensino de ciências: cotidiano e aprendizagem. In: **Congresso Nacional de Educação – CONEDU**, 6., 2019. Anais [...]. São Paulo: Editora Realize, 2019.

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

PLACIDES, F. M.; COSTA, J. W. John Dewey e a aprendizagem como experiência. **Revista Apotheke**, v. 7, n. 2, p. 118-134, 2021. <https://doi.org/10.5965/24471267722021129>

SANTOS, G. R.; CARMO, M. P.; ANDRADE, D. Dificuldades de ingressantes de um curso de licenciatura em química sobre conceitos da Eletroquímica: um desafio para o ensino superior. **Química Nova**, v. 44, n. 6, p. 766-775, 2021. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170756>

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129518326002>

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. <https://doi.org/10.26571/2318-6674.a2015.v3.n1.p87-98.i5308>

SILVA, E. L. **Contextualização no ensino de química**: ideias e proposições de um grupo de professores. 2007. 144 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química, Departamento de Química Fundamental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SILVA, C. S.; OLIVEIRA, L. A. A. Formação inicial de professores de química: formação específica e pedagógica. In: NARDI, R. (Org.). **Ensino de ciências e matemática, I:** temas sobre a formação de professores. São Paulo: Editora UNESP, 2009. p. 55-70.

SILVA NUNES, C. T. et al. O ensino de Eletroquímica: desenvolvimento, aplicação e validação de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC**, 9., 2013, Águas de Lindóia. Anais [...]. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013.

TELES, L. M. G.; BEDIN, E.; SILVA, L. P. da. Kahoot e Peer Instruction: Uma ação tecnológica na (re) significação do conteúdo sobre Ligações Químicas. **INTERFACES DA EDUCAÇÃO**, v. 15, n. 43, p. 125-146, 2024. <https://doi.org/10.61389/inter.v15i43.8601>

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. <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v5i1.809>

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. <https://doi.org/10.22201/eneo.23958421e.2018.3.65988>

VENTURI, G. *et al.* Dificuldades de ingressantes de um curso de licenciatura em química sobre conceitos da eletroquímica: um desafio para o ensino superior. **Química Nova**, v. 44, n. 6, p. 766-772, 2021. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170756>