

METODOLOGIA STEM NO ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA: CORROSÃO COMO TEMA GERADOR PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO MÉDIO

Stem Methodology in Teaching Chemical Kinetics: Corrosion as a Generative Theme for Meaningful Learning in High School

Paulo Vitor Macedo da Silva (paulovitormacedo@alu.ufc.br)

Universidade Federal do Ceará – Brasil

Malena G. Martins (malena.martins@urca.br)

Universidade Regional do Cariri – Brasil

Selma Elaine Mazzetto (selma@ufc.br)

Universidade Federal do Ceará – Brasil

Recebido em: 14/11/2025

Aceito em: 24/07/2026

Resumo

As dificuldades dos estudantes em Ciências e Matemática, muitas vezes marcadas pela fragmentação do conhecimento e pelo predomínio da memorização, têm impulsionado a busca por metodologias inovadoras. Nesse contexto, a metodologia STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) surge como uma alternativa para integrar teoria, prática e interdisciplinaridade, estimulando o raciocínio crítico e a aplicação contextualizada do conhecimento. Diante dessa problemática, este estudo investigou a aplicação da metodologia STEM no ensino de Cinética Química em uma turma da terceira série do Ensino Médio, tendo a corrosão no estado do Ceará como tema gerador. A pesquisa foi realizada em 2024, em uma escola privada de Fortaleza-CE. O percurso metodológico estruturou-se em seis etapas, incluindo revisão dialogada, discussão de notícias locais, práticas experimentais (investigando os fatores temperatura, concentração, superfície de contato e catalisador) e aplicação de questionário quali-quantitativo. Os resultados evidenciaram que a proposta favoreceu a superação de dificuldades conceituais, permitindo aos estudantes articular os fatores cinéticos a fenômenos do cotidiano, especialmente os processos corrosivos intensificados pela maresia. Assim, conclui-se que a metodologia STEM, aliada à problematização de realidades locais, promoveu uma aprendizagem significativa, consolidando conhecimentos científicos e ampliando sua aplicabilidade social.

Palavras-Chave: Educação STEM; Interdisciplinaridade; Cinética Química; Ensino de Química.

Abstract

Students' difficulties in Science and Mathematics, often marked by the fragmentation of knowledge and the predominance of memorization, have driven the search for innovative methodologies. In this context, the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) methodology emerges as an alternative to integrate theory, practice, and interdisciplinarity, stimulating critical reasoning and the contextualized application of knowledge. Given this problem, this study investigated the application of the STEM methodology in teaching Chemical Kinetics to a class of third-year high school students, using corrosion in the state of Ceará as a generative theme. The research was conducted in 2024 at a private school in Fortaleza, Ceará, Brazil. The methodological pathway was

structured into six stages, including a dialogic review, discussion of local news, experimental practices (investigating the factors of temperature, concentration, contact surface area, and catalysts), and the application of a qualitative-quantitative questionnaire. The results showed that the proposal favored the overcoming of conceptual difficulties, allowing students to articulate kinetic factors with everyday phenomena, especially the corrosive processes intensified by sea spray. Thus, it is concluded that the STEM methodology, combined with the problematization of local realities, promoted meaningful learning, consolidating scientific knowledge and expanding its social applicability.

Keywords: STEM Education. Interdisciplinarity. Chemical Kinetics. Chemistry Teaching.

INTRODUÇÃO

Os resultados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) revelam um quadro preocupante: menos de 50% dos alunos brasileiros alcançam o nível mínimo de proficiência em Ciências e Matemática (OECD, 2023). Essa deficiência compromete a formação integral dos estudantes, uma vez que tais áreas são essenciais para o desenvolvimento do raciocínio lógico, do pensamento crítico e criativo e do exercício pleno da cidadania (Tan et al., 2023). Além disso, esse quadro dificulta a continuidade dos estudos no Ensino Médio e a transição para o Ensino Superior, limitando as oportunidades acadêmicas e profissionais dos discentes.

Para enfrentar esse desafio, a interdisciplinaridade surge como uma estratégia eficiente, promovendo a integração de diferentes áreas do conhecimento. Essa abordagem permite relacionar conteúdos científicos e tecnológicos ao cotidiano dos alunos, vinculando o aprendizado a questões sociais e contextos reais. No Ensino de Química, por exemplo, essa integração tem se mostrado eficaz ao contextualizar conteúdos em dimensões sociais, políticas e individuais, o que torna o aprendizado mais significativo e prático. Ademais, ao abordar problemas que exigem conhecimentos específicos de diversas disciplinas, favorece-se uma visão articulada e a consolidação do pensamento crítico (Benz; Rossier 2022; Ferreira et al. 2024).

O uso de uma metodologia que articule áreas distintas, como a abordagem STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), vem se destacando por estimular e desenvolver a criatividade, a capacidade de inovação, a criticidade, a socialização e as habilidades socioemocionais dos educandos. Nos Estados Unidos, país onde foi concebida, essa proposta vem sendo amplamente utilizada desde os anos 2000 para enfrentar desafios educacionais como o baixo desempenho em exames internacionais e a falta de interesse dos alunos pelas carreiras científicas. Por meio de reformas curriculares e programas educacionais, a STEM tornou-se uma prioridade, aproximando os conteúdos escolares de problemas reais e relevantes (Maspul, 2024; Sudarmin et al., 2023; Tan et al., 2023).

No Brasil, a aplicação da metodologia STEM encontra respaldo nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza o desenvolvimento de competências e habilidades integradas, promovendo a educação por áreas do conhecimento e a contextualização dos saberes. A BNCC propõe uma formação que ultrapassa os limites das disciplinas isoladas, incentivando a resolução de problemas reais, o trabalho colaborativo e o protagonismo dos estudantes (Brasil, 2017). Nesse cenário, a STEM configura-se como uma estratégia metodológica alinhada aos princípios dessa política curricular, pois promove a interdisciplinaridade, estimula a investigação científico-tecnológica e desenvolve habilidades fundamentais como pensamento crítico, criatividade, comunicação e argumentação, todas destacadas como essenciais para o desenvolvimento pleno dos discentes.

Além disso, a referida normativa valoriza a Educação Científica desde os primeiros anos da escolarização, o que favorece a adoção da metodologia STEM em todas as etapas do ensino. Alinhada às competências gerais da Educação Básica, essa abordagem engaja os estudantes em projetos interdisciplinares que envolvem experimentação, uso de tecnologias e resolução de problemas reais com recursos acessíveis e adaptados ao contexto local (Brasil, 2017). Essa articulação entre teoria e prática potencializa o protagonismo discente, facilita a compreensão dos conteúdos e desperta o interesse pela ciência e pela tecnologia, contribuindo para a formação de sujeitos mais críticos, criativos, autônomos e preparados para os desafios contemporâneos.

A metodologia STEM tem como princípio central a resolução de problemas concretos, favorecendo uma aprendizagem significativa ao estimular a conexão entre teoria e prática. Esse enfoque alinha-se à Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, a qual estabelece que novos conhecimentos são mais bem assimilados quando relacionados aos saberes prévios. Tais saberes, denominados subsunçores, atuam como estruturas cognitivas que organizam e integram novas informações de forma lógica e estruturada. Dessa forma, possibilita-se que o aprendizado supere a simples memorização e se torne mais duradouro e aplicável (Ausubel, 1963; Júnior et al., 2023; Moreira, 2012; Rocha et al., 2025).

No Ensino de Química, a integração entre a metodologia STEM e os princípios da TAS é potencializada pela escolha de temas geradores que possibilitam a contextualização dos conteúdos científicos em situações cotidianas. Essa abordagem proporciona, além do trabalho multidisciplinar, a possibilidade de abordar diversos conteúdos de forma simultânea, desenvolvendo nos discentes o pensamento crítico, a criatividade, a resolução de problemas, a colaboração mútua e as habilidades socioemocionais (Ferreira et al., 2024; Maspul, 2024). Nesse aspecto, a condução do professor é de extrema importância, pois este atua como mediador, estimulando a curiosidade, o raciocínio e a autonomia dos seus alunos para que construam o próprio conhecimento (Galvão & Casimiro, 2023).

Uma das formas de aplicar essa metodologia consiste em trazer problemas reais para a sala de aula, aproximando os estudantes de sua realidade e desenvolvendo competências para lidar com as dinâmicas do mundo globalizado. Nesse contexto, o tema gerador adotado foi "A Corrosão no Estado do Ceará", abordado sob a perspectiva da Cinética Química. A proposta fundamenta-se na elevada agressividade da atmosfera marinha que acomete o Estado, especialmente na faixa litorânea, cujos níveis de corrosividade estão entre os maiores do planeta, acarretando severos prejuízos patrimoniais e tecnológicos à sociedade (G1.com, 2025b). Geograficamente situado ao sul da linha do Equador, o Ceará possui 573 quilômetros de litoral, altíssima incidência solar ao longo do ano, ventos que atingem até 50 nós e baixa umidade relativa do ar (Ceará, 2022; de Moraes et al., 2022), uma combinação ambiental que acelera drasticamente a degradação dos materiais pela ação da maresia.

A capital do Estado, Fortaleza, também sofre com esse problema. A Praia do Futuro, por exemplo, a mais famosa e movimentada do litoral fortalezense, é a região de maior agressividade em termos de deposição de íons cloreto no ar, um dos principais agentes da maresia, com consequências diretas na corrosão de estruturas metálicas e materiais em geral. Os residentes da área enfrentam elevados custos de manutenção e constantes substituições de eletrodomésticos. Prestadores de serviços relatam que a maresia deteriora e oxida seus equipamentos em prazos de três a seis meses, enquanto moradores observam o surgimento de ferrugem na parte inferior de veículos no mesmo intervalo. Aparelhos como geladeiras, máquinas de lavar e televisores frequentemente apresentam pontos de oxidação com menos de três meses de uso e, em casos mais extremos, constata-se até mesmo desabamentos parciais ou totais de edificações (G1.com, 2025b). Assim sendo, o tema gerador em questão faz parte do cotidiano de todos os fortalezenses, inserindo a problemática científica diretamente no entorno e na realidade dos alunos.

Dentro desse cenário, o presente estudo utilizou a problemática da corrosão no Estado do Ceará para abordar o conteúdo de Cinética Química. A escolha desse tema não apenas conecta os conceitos teóricos à realidade local, como também evidencia os impactos ambientais e socioeconômicos decorrentes dos processos corrosivos, especialmente em regiões litorâneas como Fortaleza, promovendo um aprendizado mais significativo. A proposta foi aplicada em uma turma da 3ª série do Ensino Médio, articulando o saber científico ao cotidiano dos estudantes. Dessa forma, explorou-se a relevância local do fenômeno para fortalecer a compreensão, a retenção e a aplicabilidade dos conceitos químicos, alinhando a prática pedagógica às demandas educacionais contemporâneas.

Corrosão no Estado do Ceará

No Ensino Médio, o conteúdo de Cinética Química é de grande relevância, pois aborda a velocidade das reações químicas, seus fatores influenciadores, os mecanismos envolvidos e suas respectivas leis, integrando o componente obrigatório da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Brasil, 2018). No contexto da Cinética Química, a corrosão configura-se como um exemplo prático e altamente relevante para a compreensão desses fatores. A taxa dos processos de oxidação dos metais decorrente da ação de agentes oxidantes é diretamente afetada por variáveis cinéticas, tais como a temperatura, a concentração dos reagentes, a área de superfície de contato e a presença de catalisadores ou inibidores.

A corrosão é um processo eletroquímico no qual metais ferrosos, como o ferro, sofrem degradação devido ao contato com agentes oxidantes do meio ambiente. Trata-se de uma reação de oxirredução na qual o metal perde elétrons (ânodo — oxidação) e o agente oxidante ganha elétrons (cátodo — redução). Essa transferência de elétrons gera compostos secundários; no caso do ferro o produto principal é a ferrugem (FeO(OH)), que forma uma camada porosa sobre a superfície metálica e a expõe a uma degradação contínua. Fatores externos, como a presença de água, oxigênio e sais, aceleram esse processo. A névoa úmida constituída por gotículas de água do mar provenientes da arrebentação das ondas, conhecida como maresia, atua como um fator externo bastante agressivo, pois transporta sais que aumentam a condutividade do meio e favorecem as reações eletroquímicas e, consequentemente, a corrosão.

No Estado do Ceará, os processos corrosivos são reconhecidos como alguns dos mais agressivos do Brasil, especialmente em Fortaleza, devido à combinação de fatores geográficos e climáticos. A localização próxima à linha do Equador contribui para as altas temperaturas e a constante incidência solar, condições que intensificam a ação das partículas salinas no ambiente (de Moraes et al., 2022; Soares et al., 2016). O vento constante do litoral também dispersa o sal marinho, depositando-o em superfícies metálicas e acelerando a oxidação. Esses fatores tornam a corrosão uma preocupação central em obras de engenharia e estruturas metálicas, aumentando os custos de manutenção e reduzindo a vida útil de equipamentos, veículos e construções.

Os impactos da corrosão em regiões com maresia intensa são significativos. Estruturas metálicas de pontes, edifícios e veículos sofrem desgaste acelerado, o que compromete sua segurança e funcionalidade. No setor industrial, máquinas e equipamentos expostos à maresia demandam manutenção frequente e substituições onerosas. Além disso, a deterioração de embarcações e infraestruturas portuárias representa um desafio adicional em áreas costeiras. Os habitantes dessas regiões também são afetados, uma vez que seus eletrodomésticos e aparelhos eletrônicos são suscetíveis à ação corrosiva. Segundo a *National Association of Corrosion Engineers* (NACE, 2024), 3,5% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial, o equivalente a duas vezes o PIB do Brasil, são

destinados a reparos e manutenções de peças danificadas pela corrosão, o que demonstra a relevância de estratégias preventivas e educativas para mitigar seus efeitos.

Diante dessa problematização, o presente estudo propôs o uso da metodologia STEM aplicada ao conteúdo de Cinética Química em uma turma de 3ª série do Ensino Médio, tomando como tema gerador *A Corrosão no Estado do Ceará*. A abordagem integrou conteúdos teóricos e práticos, relacionando-os ao cotidiano dos alunos e explorando a relevância local do fenômeno. Dessa forma, buscou-se promover uma aprendizagem significativa, de modo a fortalecer a compreensão, a retenção e a aplicabilidade dos conceitos de Cinética Química, alinhando a prática pedagógica às demandas educacionais contemporâneas.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no ano de 2024. Inicialmente, realizou-se uma reunião com a gestão da escola para a devida autorização institucional. Em seguida, alinhou-se o planejamento com o professor responsável pela disciplina de Química, com o intuito de verificar conteúdos já ministrados e identificar a temática mais adequada para ser abordada por meio da metodologia STEM. O trabalho foi desenvolvido em uma escola da rede privada de Ensino Médio, localizada no bairro Álvaro Weyne, na cidade de Fortaleza-CE, na turma do 3º ano, composta por 20 alunos com idades entre 17 e 19 anos. O conteúdo curricular selecionado foi a Cinética Química, tendo a *Corrosão no Estado do Ceará* como tema gerador.

A Sequência Didática foi estruturada em seis momentos encadeados ($M1 \rightarrow M6$), conforme descrito a seguir:

M1 - Apresentação e Alinhamento: No encontro inicial, todas as etapas envolvidas no processo foram detalhadamente explicadas aos estudantes, abrindo-se espaço para perguntas e alinhamento de expectativas.

M2 - Avaliação Diagnóstica Qualitativa: foi realizada, através de conversa informal com os alunos, com objetivo de conhecer os conhecimentos prévios da turma com relação ao conteúdo de Cinética Química, uma vez que este já havia sido introduzido no ano letivo anterior (2º ano);

M3 - Revisão Dialogada e Modelagem Científica: Com base nos subsídios do M2, ministrou-se uma aula de revisão apoiada por recursos visuais (slides), abordando os conceitos fundamentais: *Energia de Ativação*, *Teoria das Colisões*, *Velocidade de Reação* e *Fatores de Influência*. Para facilitar a abstração, empregaram-se analogias do cotidiano:

- *Energia de ativação*: representada por bolas de bilhar (energia mínima para a ocorrência da reação);
- *Teoria das colisões*: ilustrada com pincéis (alinhamento e orientação espacial necessária nos choques);
- *Velocidade de reação*: comparada a uma piscina de bolinhas (relação entre frequência de choques eficientes e taxa de reação);
- *Fatores ambientais*: exemplificados pela chuva ácida em zonas poluídas (concentração) e pelo funcionamento da geladeira e da panela de pressão (temperatura).

Os aspectos quantitativos foram trabalhados com a participação ativa dos alunos na resolução de problemas práticos cotidianos (expressão matemática da lei de velocidade, constante cinética e velocidade média de reação), correlacionando grandezas como massa, mol, volume e concentração. Encerrando esse momento, introduziu-se a problemática do avanço da corrosão em Fortaleza, analisando as particularidades climáticas locais e regionais que aceleram esse processo.

M4 - Leitura Crítica de Mídia e Contextualização Socioambiental: Ocorreu a leitura e a discussão de duas reportagens veiculadas pela mídia local, a saber: (1) Corrosão em Estrutura Metálica Causou Desabamento de píer na Barra do Ceará, Diz Laudo (O Povo., 2019) e (2) Oxidação Causou Desabamento de Varanda de Prédio, Segundo Laudo (G1.com, 2025a). A pertinência das notícias foi justificada pelo fato dos níveis de cloreto no ar atmosférico em Fortaleza serem muito elevados, sendo classificado como a maresia mais intensa do Brasil (G1.com, 2025b), acarretando sérios problemas estruturais. A medida em que as notícias eram lidas e discutidas, o professor complementava com informações e provocações importantes para o estabelecimento de um fio condutor entre as notícias, o tema gerador, e a busca por soluções tecnológicas, para que os alunos pudessem compreender e aplicar o conhecimento construído na melhoria de soluções práticas dos seus cotidianos.

M5 - Atividades Práticas Investigativas em Sala de Aula: As atividades práticas aconteceram nesse momento com o objetivo de relacionar os conceitos de Concentração, Temperatura, Superfície de Contato e Catalisador com a Velocidade de Reação, discutindo os resultados e respondendo aos questionamentos. Os experimentos foram realizados na sala de aula devido à ausência de laboratório na escola. Foram montadas mesas para a organização dos experimentos, e os alunos foram divididos em grupos para facilitar a execução das práticas e a observação dos resultados, cada grupo ficou responsável pela montagem de um experimento, seguindo de sistema de rodízio, para que todos os grupos pudessem realizar os quatro experimentos.

Efeito da Temperatura: Três béqueres com 25 mL de água em diferentes temperaturas (gelada, ambiente e quente) receberam simultaneamente $\frac{1}{4}$ de comprimido efervescente. Cronometrou-se o tempo até a dissolução completa. Os alunos observavam o fenômeno, registraram o tempo necessário para a completa dissolução dos comprimidos, e fizeram anotações acerca do experimento, para que pudessem construir soluções para compreender o fenômeno, e assim foi feito para a sequência de experimentos.

Efeito da Superfície de Contato: Dois béqueres com 25 mL de água receberam $\frac{1}{2}$ comprimido efervescente (um inteiro e o outro previamente triturado), comparando-se os tempos de reação.

Efeito da Concentração: Dois béqueres contendo 25 mL de solução de ácido acético em concentrações distintas (10:1 e 1:1 v/v) receberam $\frac{1}{2}$ comprimido efervescente em cada, observando-se a efervescência resultante, comparando as velocidades de reação em cada recipiente, observando a relação entre concentração vs velocidade de reação.

Efeito de Catalisadores: Dois tubos Falcon contendo 7 mL de água oxigenada (H_2O_2 a 10 volumes) e 20 gotas de detergente líquido. Em apenas um dos tubos adicionou-se um pedaço de batata crua (≈ 3 cm), fonte da enzima catalase (catalisa a decomposição do H_2O_2 em água e oxigênio), observando-se a rápida decomposição do H_2O_2 com formação intensa de espuma (O_2).

A execução prática permitiu demonstrar empiricamente como essas variáveis afetam as taxas de transformação química, correlacionando-as diretamente com as reações de oxirredução e degradação envolvidas no fenômeno da corrosão. Essa compreensão foi fundamental para entender a

corrosão, que é uma reação de oxirredução cuja velocidade é modulada por esses mesmos fatores ambientais.

M6 - Avaliação Qualiquantitativa Final: Foi a aplicação de um questionário (Apêndice I), composto por perguntas abertas e fechadas, permitindo uma análise quali e quantitativa dos fatos, ações e percepções, integrando observações diretas com a coleta de dados estruturados. A abordagem qualiquantitativa, conecta a experiência prática do pesquisador à fundamentação teórica, enriquecendo a análise dos resultados. As perguntas fechadas foram selecionadas usando versões do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM (Brasil, 2024), cujos conteúdos estivessem em consonância com os trabalhados em sala de aula (catalisador, ferrugem, velocidade de reação, dentre outros), associados a situações do cotidiano. As perguntas abertas foram destinadas as percepções dos alunos sobre as notícias lidas em sala de aula e a metodologia STEM. O encontro foi finalizado com um momento de *debriefing* e agradecimentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da intervenção pedagógica (M1 a M6) permitiu investigar como a articulação entre a metodologia STEM, a abordagem socioambiental e a problemática da corrosão em Fortaleza contribuiu para a apropriação conceitual e a alfabetização científica dos estudantes da 3ª série do Ensino Médio. A trajetória analítica iniciou-se no momento M2, destinado ao mapeamento dos conhecimentos prévios da turma sobre Cinética Química, conteúdo originalmente abordado na 2ª série. Embora os estudantes demonstrassem domínio terminológico superficial, citando termos como *velocidade de reação* e *constante cinética*, observou-se uma incapacidade generalizada de estruturar esses conceitos em explicações fenomênicas ou de correlacioná-los a situações do seu cotidiano.

Essa constatação evidencia um quadro típico de aprendizagem mecânica antecedente. Sob a ótica da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por Ausubel (1963) e discutida por Moreira (2012), a ancoragem de novos saberes exige a presença de conhecimentos prévios bem estruturados (subsunçores). Quando o estudante apenas memoriza definições isoladas sem atribuir-lhes significado prático, a retenção torna-se frágil. Assim, o mapeamento no M2 foi determinante para reorientar a mediação docente, utilizando as lacunas conceituais identificadas como ponto de partida para a reconstrução do conhecimento por meio de ancoragens no contexto local (Moreira, 2012; Oliveira et al., 2024; Rocha et al., 2025; Silva, 2020; Silva-Pires et al., 2020).

No momento M3, com o intuito de superar a aprendizagem meramente memorística identificada anteriormente, estruturou-se uma aula expositiva-dialogada fundamentada no uso de modelos e analogias cotidianas. Essa abordagem visou aproximar conceitos abstratos de domínios estruturados e familiares aos estudantes, facilitando a construção de novos subsunçores. Para a representação da *Energia de Ativação* e da *Teoria das Colisões*, por exemplo, utilizou-se a analogia com bolas de bilhar e pincéis, demonstrando que a transformação química exige não apenas choque entre as partículas, mas uma energia mínima limiar e uma orientação espacial favorável. Do mesmo modo, a influência dos fatores que alteram a velocidade reacional como a concentração de reagentes, foi articulada aos danos ambientais da chuva ácida e à aceleração dos processos corrosivos em materiais expostos. O emprego dessas pontes analógicas permitiu evidenciar fragilidades conceituais remanescentes e, simultaneamente, preparar a turma para a transição do nível microscópico (escala molecular) para o macroscópico (o fenômeno visível da corrosão).

A dimensão quantitativa do momento M3 se fortaleceu com a participação ativa dos estudantes na formalização matemática da taxa reacional. A partir da problematização contextualizada da decomposição do peróxido de hidrogênio ($2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$), a

turma foi desafiada a deduzir a expressão da Lei de Velocidade ($v = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2]$) e a calcular a velocidade média do processo. Essa etapa permitiu articular grandezas físico-químicas como massa, quantidade de matéria (mol), volume e concentração molar, promovendo o raciocínio dedutivo e a modelagem algébrica. No âmbito do ensino integrado de Ciências, a Matemática atua não como um mero algoritmo mecânico, mas como uma linguagem estruturante essencial para a tradução e a previsão de fenômenos físicos e químicos. Essa articulação é pilar fundamental da abordagem STEM, na qual a linguagem quantitativa fornece o suporte lógico necessário para a resolução de problemas científicos e tecnológicos reais (Passos & Nicot, 2021; Schmitz et al., 2022).

A integração da abordagem STEM nesse estágio da intervenção propiciou a articulação orgânica entre a modelagem quantitativa e o fenômeno macroscópico da corrosão. Ao transcender a simples resolução de exercícios descontextualizados, o tema gerador, *a severidade da corrosão atmosférica em Fortaleza*, atuou como um integrador interdisciplinar. Nessa perspectiva, os conceitos de taxa reacional e lei de velocidade deixaram de ser abstrações teóricas para se tornarem ferramentas de interpretação de um problema ambiental e tecnológico concreto da região (Cavalcante, 2024). Essa mediação permitiu que os estudantes percebessem a Química não como um corpo estático de regras, mas como uma ciência investigativa e contextualizada, cujas variáveis cinéticas possuem impacto direto na infraestrutura urbana e na economia local.

Em continuidade a esse momento (M3), promoveu-se um debate sobre as condições ambientais de Fortaleza e como elas aceleram o processo de corrosão. A turma analisou que a localização da cidade, somada ao clima quente e à alta umidade, cria um cenário propício para o aumento da velocidade dessas reações. Além disso, destacou-se o papel da maresia, que transporta sais (como o cloreto de sódio) pelo vento, e da poluição atmosférica, que aumentam a condutividade e tornam o meio ainda mais agressivo para os metais. Essa discussão permitiu aos estudantes perceberem que os fatores teóricos da Cinética Química, como temperatura e concentração de reagentes, atuam diretamente no seu dia a dia, governando a degradação das estruturas metálicas da cidade.

No momento subsequente (M4), duas notícias de jornais locais foram apresentadas à turma para leitura e debate, enfatizando os aspectos científicos e tecnológicos neles abordados. A primeira notícia tratava do colapso de uma estrutura de concreto armado decorrente da oxidação da sua armadura de aço. Sob o ponto de vista químico, explicou-se que a oxidação é resultante do processo eletroquímico entre os átomos de ferro da liga e os agentes presentes na atmosfera (gás oxigênio e umidade), formando a ferrugem (óxidos e hidróxidos de ferro). Sob a perspectiva tecnológica e de engenharia, discutiu-se que o acúmulo desse produto de corrosão provoca um aumento de volume no interior da estrutura, gerando tensões internas que trincam o concreto e comprometem suas propriedades mecânicas. Assim, evidenciou-se para os estudantes a importância do engenheiro projetista avaliar o tempo e a agressividade do ambiente de exposição para dimensionar adequadamente os materiais e as coberturas de proteção.

Na sequência das discussões, abordaram-se os avanços tecnológicos e de engenharia aplicados à mitigação da corrosão, conectando o aprendizado escolar às inovações do setor produtivo e do mercado de trabalho. A turma analisou o uso de novos materiais, como aços inoxidáveis contendo cromo e níquel que formam uma camada passivadora de proteção, além do emprego de compósitos e ligas especiais. Também foram exploradas técnicas modernas de monitoramento, incluindo sensores remotos e inspeções por imagem, associadas a métodos tradicionais de proteção superficial, como tintas especiais e inibidores de corrosão (substâncias químicas que reduzem a velocidade das reações anódicas ou catódicas).

Por fim, a leitura das notícias fomentou uma reflexão crítica sobre a dimensão socioambiental e política do problema. Os estudantes constataram que a degradação acelerada de obras públicas em Fortaleza não decorre apenas de fatores climáticos rigorosos, mas sobretudo da ausência de manutenção preventiva e de fiscalização periódica por parte do poder público. Essa percepção, respaldada pelas próprias matérias jornalísticas analisadas, permitiu à turma reconhecer a importância da inspeção técnica e da engenharia diagnóstica na prevenção de acidentes, articulando a Ciência e a Tecnologia à cidadania responsável.

A segunda notícia analisada abordou o desabamento da varanda de um edifício residencial em Fortaleza. Ao discutirem o caso, os estudantes reconheceram prontamente que a negligência em relação à manutenção preventiva e o tempo de exposição à maresia foram determinantes para a tragédia. Essa leitura crítica reflete os princípios estabelecidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e pela Base Nacional Comum Curricular, que preconizam uma formação contextualizada, interdisciplinar e voltada ao exercício da cidadania (Brasil, 2002; Brasil, 2017). Tais diretrizes convergem com os fundamentos da abordagem STEM, ao utilizar problemas reais para articular saberes científicos e tecnológicos. Provocados a propor soluções práticas para a mitigação dos processos corrosivos com base no conhecimento construído, os estudantes apontaram intervenções do cotidiano e do setor produtivo, conforme evidenciam os relatos a seguir:

Mantendo objetos metálicos em locais secos, porque a água é importante para a oxidação (Aluno 1);

Criando barreiras contra a umidade usando tintas e ceras (Aluno 2);

Lubrificando máquinas e peças metálicas (Aluno 3);

Removendo a ferrugem dos objetos metálicos quando a ferrugem surge (Aluno 4);

Usando inibidores químicos nas indústrias para proteger os equipamentos e sistemas de refrigeração (Aluno 5).

Essas manifestações evidenciam que os estudantes extrapolaram a mera memorização teórica, demonstrando uma compreensão integrada sobre os mecanismos de oxidação e suas implicações tecnológicas. Ao sugerirem desde ações preventivas simples do cotidiano, como o isolamento da umidade e a lubrificação, até intervenções mais complexas de engenharia, como a passivação com tintas e o uso de inibidores químicos industriais, a turma articulou o saber científico à resolução de problemas práticos. Essa capacidade de transferir o conhecimento conceitual para a formulação de soluções reais reflete a consolidação da alfabetização científica e atende a um dos pilares fundamentais da abordagem STEM (Cavalcante, 2024; Tan et al., 2023).

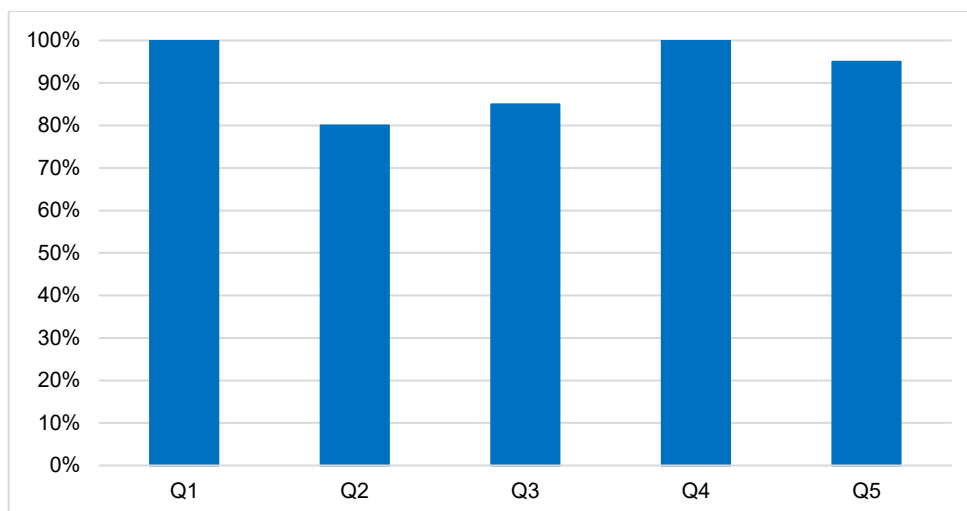
No quinto momento (M5), realizaram-se as atividades experimentais, permitindo que os estudantes visualizassem de forma prática os fenômenos teóricos discutidos. Na abordagem STEM, a experimentação ultrapassa a mera verificação ilustrativa de conceitos, consolidando-se como uma estratégia de aprendizagem ativa que estimula o pensamento crítico e a resolução de problemas situados na realidade. No Ensino de Ciências, essa prática adquire caráter investigativo quando orienta o aluno a refletir e a propor hipóteses para a compreensão dos fenômenos observados. Sob a ótica do STEM, a construção do conhecimento percorre as etapas de *conectar, descobrir, criar, investigar e refletir* (Priemer et al., 2020; Tan et al., 2023), conferindo à prática experimental um papel central na mediação da investigação científica e na cooperação entre pares. Ao priorizar a investigação e a formulação de hipóteses pelos estudantes, a atividade experimental do M5 permitiu a interpretação prática dos fatores que alteram a velocidade das reações químicas. A apropriação dos

conceitos cinéticos refletiu-se na capacidade dos alunos em correlacionar o comportamento das variáveis experimentais a situações do cotidiano, como ilustra o relato a seguir:

Por isso que quando nossas mães estão com dificuldade de limpar uma panela, jogam água quente com sabão. A água quente vai aumentar a eficácia do detergente, porque as altas temperaturas vão acelerar as reações químicas que quebram as moléculas de sujeira (Aluno 6)

No sexto e último momento (M6), aplicou-se um questionário estruturado com o objetivo de verificar a consolidação dos conceitos prévios e dos novos saberes construídos ao longo da sequência didática, além de avaliar a percepção dos estudantes sobre a metodologia empregada. As questões fechadas apresentaram situações-problema contextualizadas do cotidiano, exigindo dos alunos a aplicação prática dos conhecimentos de Química e Tecnologia. O instrumento foi composto por cinco questões objetivas (Anexo 1), abrangendo as temáticas de catálise sem metal, mecanismos de formação da ferrugem, processos de combustão e reações químicas diversas, cujos percentuais de acerto estão sintetizados na Figura 1.

Figura 1: Percentuais de acertos das questões fechadas.



Fonte: Autores (2026)

Os dados expressos na Figura 1 revelam elevados índices de acerto em todas as questões, evidenciando a eficácia da sequência didática balizada pela metodologia STEM. O desempenho dos estudantes indica a consolidação dos conceitos cinéticos e a compreensão de fenômenos naturais e tecnológicos contemporâneos, como a fotossíntese, a combustão e o uso de catalisadores isentos de metais (Q1). Mais do que a simples retenção de conteúdo, os resultados refletem o desenvolvimento de competências preconizadas pela BNCC para as Ciências da Natureza (Brasil, 2017), uma vez que os alunos demonstraram capacidade de articular o saber científico à compreensão de demandas ambientais e energéticas globais. Esse mesmo nível de apropriação conceitual foi constatado na identificação dos efeitos da maresia nos processos de corrosão. Ao relacionarem corretamente o

fenômeno oxidativo a situações cotidianas, os estudantes atestam a ocorrência de uma aprendizagem estruturada e significativa (Ausubel, 1963; Moreira, 2012; Oliveira et al., 2024; Rocha et al., 2025; Silva, 2020; Silva-Pires et al., 2020).

Os estudantes demonstraram apreensão conceitual sobre o efeito da temperatura na cinética das reações químicas, sendo capazes de transferir esse conhecimento para o raciocínio aplicado a contextos práticos, tais como a conservação de alimentos e os fatores aceleradores da corrosão. Essa capacidade de aplicação evidencia a efetividade da experimentação alinhada à abordagem STEM, no tocante ao fomento do pensamento crítico e da resolução de problemas (Cavalcante, 2024; Priemer et al., 2020; Tan et al., 2023).

A interpretação textual e a apropriação da linguagem científica representam dimensões fundamentais para a aprendizagem em Química, visto que a resolução de problemas exige do estudante a leitura crítica de enunciados e a decodificação da linguagem simbólica (Brasil, 2017). Embora deficiências interpretativas e descontextualizações sejam obstáculos frequentes no ensino de ciências, os resultados evidenciaram expressivo domínio nessa habilidade, com destaque para a Questão 5, que exigiu um nível mais aprofundado de abstração, no qual os estudantes precisaram interpretar uma equação química para identificar reagentes, produtos e o catalisador na reação de decomposição do clorato de potássio. O expressivo índice de acerto registrado (95%) atesta a capacidade dos alunos de articular a representação submicroscópica ao papel funcional dos catalisadores e às suas implicações industriais e tecnológicas.

As questões abertas complementaram a análise ao confirmarem a superação do conhecimento prévio fragmentado que havia sido diagnosticado nos momentos iniciais da intervenção (M2). Na etapa diagnóstica, os estudantes demonstraram conhecer termos isolados, porém sem capacidade de articulá-los ou relacioná-los a fenômenos do cotidiano. Em relação aos processos corrosivos locais e regionais, a maioria dos estudantes (60%) mencionou que já observava o fenômeno em seu dia a dia, mas admitiu não compreender as suas causas químicas antes da sequência didática, conforme ilustram os depoimentos:

Sim, mas não compreendia tanto quanto depois das aulas (Aluno 7)

Sim, é bem comum na minha casa, mas nunca havia reparado nos motivos que causavam a corrosão (Aluno 8)

Embora os estudantes já tivessem contato prévio com manifestações da corrosão em seu cotidiano, faltava-lhes a capacidade de articular essas observações empíricas aos fundamentos teóricos da Cinética Química. Essa lacuna corrobora o diagnóstico de um conhecimento fragmentado, típico de abordagens de ensino pautadas na mera memorização. Com a aplicação da sequência didática, contudo, constatou-se que os discentes passaram a compreender a dinâmica do fenômeno com maior clareza, identificando os fatores que influenciam a velocidade reacional e estabelecendo conexões conceituais entre variáveis como temperatura, superfície de contato e ação de catalisadores.

Por sua vez, os comentários coletados evidenciam a relevância da metodologia em favorecer a reconstrução conceitual, uma vez que os estudantes passaram a interpretar os processos corrosivos pautados em fundamentos científicos, superando o plano puramente intuitivo. Esse resultado corrobora a eficácia da abordagem STEM e da problematização como estratégias capazes de promover a aprendizagem significativa, ao fomentarem o pensamento crítico, a análise reflexiva e o desenvolvimento de habilidades investigativas que extrapolam o campo estrito da Química (Albuquerque, 2019; Ješková et al., 2022; Maspul, 2024; Yilmaz & Yanarateş, 2022).

Outro aspecto relevante refere-se ao fato de que apenas 13% dos estudantes afirmaram ter tido contato prévio com notícias correlatas às temáticas abordadas em sala. Esse dado sinaliza um padrão de consumo de informação distante dos veículos jornalísticos tradicionais, conforme evidenciam os relatos a seguir:

Não, não sou muito atenta nas notícias (Aluno 9)

Não gosto muito de ler ou assistir jornais (Aluno 10)

Posso até ter visto algo rapidamente nas redes sociais, mas não me interessa por esse tipo de conteúdo (Aluno 11)

Na atualidade, observa-se uma tendência de distanciamento dos jovens em relação ao jornalismo convencional, fenômeno estreitamente associado à hegemonia do consumo de informação por meio de plataformas digitais e redes sociais. Nesses ambientes virtuais, a dinâmica de consumo é pautada por conteúdos visuais e de curta duração, os quais frequentemente entregam informações de forma fragmentada e superficial, impondo desafios ao exercício do letramento científico e da leitura crítica. Ademais, a lógica algorítmica dessas plataformas prioriza o engajamento rápido, o que pode restringir a exposição a tópicos científicos estruturados e favorecer a circulação de desinformação (Swart, 2023. Machado, L. 2026).

Paralelamente, o declínio do hábito de leitura no cenário nacional reforça a prevalência da apreensão superficial da informação e a escassez de contato com análises reflexivas mais complexas (Lopes, 2024). Esse contexto acentua a urgência de abordagens educativas integradas, como a metodologia STEM, que estimulem o pensamento crítico e a capacidade de interpretar evidências de forma autônoma e consciente (Simó et al., 2020). Desse modo, o panorama de consumo rápido de informações digitais pode ser contrabalanceado por práticas pedagógicas ativas que incitem os discentes a contextualizar os saberes científicos escolares, estabelecendo conexões significativas com os problemas do seu cotidiano.

Quando questionados sobre a possibilidade de articular os conceitos de Cinética Química a situações cotidianas, os estudantes estabeleceram correlações pertinentes com fenômenos observados em sua realidade local:

A corrosão devido a maresia da região que moro (Aluno 12)

Morava perto da praia e via os efeitos da maresia nos móveis e eletrodomésticos (Aluno 13)

A chuva e o calor podem acelerar a ferrugem nos metais da minha casa (Aluno 14)

Nota-se que a maioria dos participantes citou exemplos atrelados diretamente ao tema gerador, evidenciando a ancoragem das novas informações em suas estruturas cognitivas prévias. Esse movimento corrobora a premissa de que a abordagem STEM, ao centralizar o estudante no processo investigativo e na aplicabilidade do saber, atua como ponte eficaz entre os conhecimentos empíricos dos educandos e a construção de uma aprendizagem significativa (Ausubel, 1963; Moreira, 2012; Oliveira et al., 2024; Rocha et al., 2025; Silva, 2020; Silva-Pires et al., 2020).

A avaliação da metodologia STEM por parte dos estudantes revelou percepções amplamente positivas, destacando-se o fato da intervenção dialogar de forma direta com suas vivências, o que tornou a aprendizagem mais acessível e contextualizada. Sob essa ótica, o ato de ensinar extrapola a mera transmissão dos conteúdos para incentivar a investigação e a compreensão do saber como prática social relevante. Na presente pesquisa, essa perspectiva consolida-se na articulação contínua entre os conceitos de Cinética Química e as situações do cotidiano dos educandos, favorecendo o engajamento e a retenção conceitual (Benz & Rossier, 2022; Ferreira et al., 2024). Ademais, os discentes ressaltaram que essa abordagem facilitou a apreensão dos conteúdos ao integrar a Química a outras áreas, proporcionando uma visão sistêmica dos problemas, das soluções tecnológicas e dos avanços científicos. Pautada na superação de barreiras disciplinares rígidas, a proposta STEM promove a interligação de saberes, estimulando o discente a refletir sobre a complexidade do mundo real e, sobretudo, a desenvolver uma compreensão mais densa e articulada dos conceitos teóricos (Ješková et al., 2022; Maspul, 2024; Priemer et al., 2020; Tan et al., 2023; Yilmaz & Yanarateş, 2022).

Os discentes também foram capazes de identificar os diferentes pilares da abordagem STEM ao longo das atividades: a Engenharia, na aplicação de barreiras físicas para a proteção de superfícies metálicas; a Matemática, no tratamento quantitativo das taxas de velocidade reacional; as Ciências Naturais, na articulação da Química com a Biologia; e a Tecnologia, no desenvolvimento de soluções voltadas à melhoria da qualidade de vida. Os relatos a seguir ilustram essa percepção de transversalidade:

Sim! Deu pra notar a ligação da química com a biologia quando o professor falou da digestão dos alimentos (Aluno 15)

Sim, e achei legal quando o Professor falou que esse conteúdo é importante pra várias profissões e não só pra Química, como também para as áreas da saúde que é a que me identifico (Aluno 16)

Tais achados convergem com a literatura da área, a qual enfatiza que a integração das disciplinas STEM possibilita ao estudante estabelecer conexões entre múltiplos conceitos científicos, tecnológicos, matemáticos e de engenharia. Essa perspectiva integrada não apenas amplia a visão do discente sobre futuras carreiras profissionais, como também desenvolve competências essenciais para o século XXI (Machado & Júnior, 2019; Madden et al., 2013). Além disso, os participantes atribuíram elevado valor às atividades experimentais, evidenciando o papel central das aulas práticas na Educação Básica e a necessidade da infraestrutura escolar dar suporte a essas vivências. Quando ancoradas em problemas reais e instigantes, as práticas investigativas extrapolam a teoria, estimulando o pensamento crítico, a capacidade de resolução de problemas e o aprofundamento conceitual (Bassoli, 2014; Souza & Andrade, 2019).

CONCLUSÃO

A aplicação da metodologia STEM no ensino de Cinética Química, tendo a corrosão no estado do Ceará como tema gerador, mostrou-se promissora para mitigar lacunas de aprendizagem dos estudantes, inicialmente caracterizadas por conhecimentos fragmentados e desvinculados da realidade. A articulação entre teoria, prática e problematização de situações locais proporcionou uma aprendizagem mais contextualizada e significativa, permitindo aos alunos compreender os conceitos

químicos de forma integrada a outras áreas do saber e aos fenômenos presentes em seu cotidiano. Esse movimento evidenciou que a metodologia STEM favoreceu não apenas a assimilação conceitual, mas também o desenvolvimento de competências críticas e investigativas.

Outro aspecto relevante foi a valorização das atividades práticas, que desempenharam papel essencial no engajamento dos discentes e na consolidação dos conteúdos trabalhados. Ao simularem e investigarem os fatores que influenciam a velocidade das reações, os estudantes ampliaram sua capacidade de análise, formularam hipóteses e perceberam a aplicabilidade direta do conhecimento científico em problemas sociais e ambientais, como os provocados pela maresia no litoral cearense. Paralelamente, a interdisciplinaridade ganhou força com a integração da Matemática, da Biologia, da Engenharia e da Tecnologia no processo de ensino, fortalecendo a visão ampla proposta pela abordagem STEM.

Ao promover a reflexão crítica, a resolução de problemas e a compreensão do conhecimento como prática social, a metodologia STEM mostrou-se eficaz na formação de estudantes mais autônomos, capazes de articular conteúdos científicos a contextos reais e de reconhecer a importância da ciência na melhoria da qualidade de vida. Assim, este estudo reforça a relevância da adoção de metodologias ativas no ensino de Química, em especial quando fundamentadas em problemáticas locais, pois além de favorecerem a aprendizagem significativa, contribuem para a formação cidadã e para o preparo dos jovens frente aos desafios do século XXI.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, A. G. (2019). A importância da contextualização na prática pedagógica. *Research, Society and Development*, 8(11), e488111472. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i11.1472>
- Ausubel, D. P. (1963). *Teoria da Aprendizagem Significativa*.
- Bassoli, F. (2014). Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(3), 579–593. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300005>
- Benz, P., & Rossier, T. (2022). Is interdisciplinarity distinctive? Scientific collaborations through research projects in natural sciences. *Social Science Information*, 61(1), 179–214. <https://doi.org/10.1177/05390184221077787>
- Brasil. (2002). Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio. *Ministério da Educação*, 1–109.
- Brasil. (2017). Base Nacional Comum Curricular. *Ministério da Educação*, 1–154.
- Brasil. (2018). Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. *Ministério da Educação*.
- Cavalcante, E. A. (2024). Educação: conhecimento, metodologia e tecnologia. *Revista Ciências do Unifadap*, 1(7).
- Ceará. (2022). *Ceará mais verde: Unidades Estaduais de Conservação do Ceará*. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA).
- de Moraes, J. O., Freire, G. S. S., Pinheiro, L., de Souza, M. J. N., de Carvalho, A. M., Pessoa, P. R., & Oliveira, S. H. M. (2022). *Caracterização fisiográfica e geoambiental da zona costeira do Estado do Ceará*. Ceará.

- Ferreira, C. S. R., Alves, E. S., Castro, M. C., Friedrichsen, J. S. A., Figueiredo, A. de L., Silva, A. M., Ramos, A. da S., Gomes, E. da S., Silva, C. R. da, & Santos, O. O. (2024). O ensino da química no meio interdisciplinar: Uma abordagem exploratória. *Research, Society and Development*, 13(3). <https://doi.org/10.33448/rsd-v13i3.45444>
- G1.com. (2025a). *Oxidação causou o desabamento de varanda de prédio, segundo laudo*. <https://g1.globo.com/ceara/noticia/2015/03/oxidacao-causou-desabamento-de-varanda-de-predio-segundo-laudo.html>
- G1.com. (2025b). *Praia do Futuro: maior maresia do mundo causa prejuízo de R\$ 12 mil por ano e deixa carros enferrujados*. <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2025/02/01/praia-do-futuro-maior-maresia-do-mundo-causa-prejuizo-de-r-12-mil-por-ano-e-deixa-carros-en>
- Galvão, M. R., & Casimiro, S. A. A. de O. (2023). O Papel do Professor na Escola: Educação e Transformação. *Revista OWL*, 1. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8221275>
- Ješková, Z., Lukáč, S., Šnajder, Ľ., Guniš, J., Klein, D., & Kireš, M. (2022). Active Learning in STEM Education with Regard to the Development of Inquiry Skills. *Education Sciences*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/educsci12100686>
- Júnior, J. H. T., de Lima, P. P., Godinho, C. E. R., Pereira, E. da S. H., Lemos, L. H. de G., & de Oliveira, D. M. P. (2023). Promovendo a Aprendizagem em Diferentes Contextos Educacionais. *Revista Internacional de Estudos Científicos*, (2), 2023. <https://orcid.org/0009-0008-6187-7398>
- Lopes, Júlia. (2024). Pesquisa aponta que mais da metade dos brasileiros não lê livros. <https://www12.senado.leg.br/radio/1/noticia/2024/11/29/pesquisa-aponta-que-mais-da-metade-dos-brasileiros-nao-le-livros>
- Machado, Lucas. Como os algoritmos decidem o que aparece no seu feed. *CNN Brasil*, 5 jul. 2026. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/como-os-algoritmos-decidem-o-que-aparece-no-seu-feed/>. Acesso em: 23 jul. 2026.
- Machado, E. da S., & Júnior, G. G. (2019). Interdisciplinaridade na investigação dos princípios do STEM/STEAM education: definições, perspectivas, possibilidades e contribuições para o ensino de química. *Scientia Naturalis*, 1(2), 43–57. <http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat>
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., Ladd, B., Pearson, J., & Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, 541–546. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.316>
- Maspul, K. A. (2024). Exploring STEM Education for Real-World Climate Change Concerns to Empower Students as Change Agents. *Journal of Physics Education and Science*, 1(2), 1–2. <https://doi.org/10.47134/physics.v1i2.249>
- Moreira, M. A. (2012). *O que é afinal Aprendizagem Significativa?* www.if.ufrgs.br/~moreira
- NACE INTERNATIONAL. *International Measures of Prevention, Application, and Economics of Corrosion Technologies (IMPACT): study*. Houston: NACE International, 2024.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). *PISA 2022 results: country note – Brazil*. Paris: OECD Publishing, 2023. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/brazil_61690648-en.html.

- O Povo. (2019). *Corrosão em estrutura metálica causou desabamento de pier na Barra do Ceará, diz laudo*. <https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2019/05/02/corrosao-em-estrutura-metalica-causou-desabamento-de-pier-na-barra-do-ceara.html>
- Oliveira, C. da S., Maia, M. L., Morais, S. M. P. de, Diez, S., Santos, Í. L. dos, Praxedes, A. L. F., & Sousa, F. W. de. (2024). O ensino de química ambiental: A experimentação como potencializadora da aprendizagem significativa sobre a temática poluição atmosférica. *Research, Society and Development*, 13(2). <https://doi.org/10.33448/rsd-v13i2.45040>
- Passos, A. P., & Nicot, Y. E. (2021). Interdisciplinaridade na Matemática através da Aprendizagem Significativa. *Research, Society and Development*, 10(9). <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18294>
- Priemer, B., Eilerts, K., Filler, A., Pinkwart, N., Rösken-Winter, B., Tiemann, R., & Zu Belzen, A. U. (2020). A framework to foster problem-solving in STEM and computing education. *Research in Science and Technological Education*, 38(1), 105–130. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1600490>
- Rocha, I. A., Santos, J. M., & Gusmão, A. D. F. (2025). Discutindo a Teoria da Aprendizagem Significativa no contexto da Educação do Campo: uma análise documental. *Revista Ensino em Debate*, 5. <https://doi.org/10.21439/2965-6753.v5.e2025014>
- Schmitz, G. L., Ritter, D., & da Silva, C. C. (2022). A Importância da matemática no ensino de química: uma análise a partir da Teoria Fundamentada nos Dados. *Revista Cocar*, 17(35), 1–16. <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar>
- Silva, J. B. da. (2020). A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias. *Research, Society and Development*, 9(4). <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2803>
- Silva-Pires, F. do E. S., Trajano, V. da S., & Araujo-Jorge, T. C. (2020). A Teoria da Aprendizagem Significativa e o jogo. *Revista Educação em Questão*, 58(57). <https://doi.org/10.21680/1981-1802.2020v58n57id21088>
- Simó, V. L., Lagarón, D. C., & Rodríguez, C. S. (2020). STEM education for and with a digital era: The role of digital tools for the performance of scientific, engineering and mathematic practices. *Revista de Educación a Distancia*, 20(62). <https://doi.org/10.6018/RED.410011>
- Soares, A. P. F., Santana, E. L., Vasconcelos, L. T., & de Lima, S. F. (2016). Cuidados ao Construir em Áreas Litorâneas. *Cadernos de Graduação Ciências Exatas e Tecnológicas.*, (3), 83–96.
- Souza, S. A. de O., & Andrade, M. de F. R. (2019). Atividades práticas e ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental. *Série-Estudos - Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB*, 249–268. <https://doi.org/10.20435/serie-estudos.v24i51.1169>
- Swart, J. (2023). Tactics of news literacy: How young people access, evaluate, and engage with news on social media. *New Media and Society*, 25(3), 505–521. <https://doi.org/10.1177/14614448211011447>
- Tan, A. L., Ong, Y. S., Ng, Y. S., & Tan, J. H. J. (2023). STEM Problem Solving: Inquiry, Concepts, and Reasoning. *Science and Education*, 32(2), 381–397. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00310-2>

Yilmaz, A., & Yanarateş, E. (2022). The effect of STEM activities developed within the scope of a science course on 7th grade students' inquiry and innovative thinking skills. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 14(1), 274–303.

ANEXO I - QUESTIONÁRIO

1- (Uespi) Pesquisadores do Instituto Max Planck, na Alemanha, conseguiram ativar o CO_2 para uso em uma reação química. Esse procedimento é um primeiro passo para um sonho antigo do homem: realizar a fotossíntese artificial. Para isso, os pesquisadores se utilizaram de um catalisador sem metal. Nesse sentido, qual o papel de um catalisador em uma reação química?

- a) Diminuir as energias de reagentes e produtos.
- b) Encontrar um novo caminho reacional com uma menor energia de ativação.
- c) Ser consumido durante a reação, propiciando uma maior quantidade de reagente.
- d) Eliminar completamente a energia de ativação.
- e) Inibir os choques efetivos de reagentes e produtos.

2- (Enem- adaptada) Um cidadão que se mudou de Brasília para Ceará, após algum tempo, percebeu que partes de seu carro estavam enferrujando muito rapidamente. Perguntou para seu filho, estudante do ensino médio, a explicação para o fenômeno. O filho pesquisou na internet e descobriu que, por causa da maresia, gotículas de água do mar atingem os objetos de aço (liga de ferro e carbono) e intensificam sua corrosão. A explicação correta de a maresia acelerar a corrosão do aço é porque

- a) Acelera a velocidade em que o ferro é oxidado
- b) Diminui a velocidade em que o carbono oxida.
- c) A maresia dissolve a pintura do carro.
- d) A maresia torna a água mais condutora.
- e) Diminui a dissolução do oxigênio na água.

3- (Ufal) A sabedoria popular diz que "'fogo de palha queima rápido'". Quando se compara a queima de um tronco de árvore com a da palha derivada de um vegetal, nota-se a veracidade desse dito popular. O aumento da velocidade de reação de combustão da palha quando comparada à combustão do tronco deve-se:

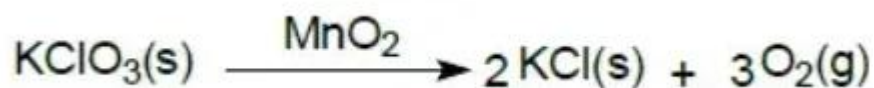
- a) À formação de produtos diferentes de reação.
- b) À diferente composição da celulose nas células vegetais.
- c) Ao maior conteúdo de água na palha.
- d) À presença de substâncias voláteis na palha.

- e) À maior superfície de contato entre os reagentes (celulose e oxigênio)

4- (UDESC- adaptada) Se dois comprimidos efervescentes que contêm ácido cítrico e carbonato de sódio for colocado em um copo com água quente e gelada e manteve-se o copo aberto, observa-se a dissolução do comprimido, com velocidades diferentes. Assinale a alternativa correta sobre esse fenômeno.

- a) A massa do sistema se manterá inalterada durante a dissolução.
- b) A velocidade de liberação das bolhas aumenta com a elevação da temperatura da água.
- c) Se o comprimido for pulverizado, a velocidade de dissolução será mais lenta.
- d) O gás liberado é o oxigênio molecular.
- e) O fenômeno corresponde a um processo físico.

5-(Unioeste) A ação de um catalisador sobre uma reação química é tão importante para a ciência e para a indústria que existe um ramo de pesquisas que se destina ao estudo de reações que são realizadas com catalisador. Um exemplo de utilização industrial de catalisadores está na produção do oxigênio (O_2) a partir do clorato de potássio ($KClO_3$), utilizando como catalisador o dióxido de manganês (MnO_2). Visto isso, assinale o item correto.



- a) As reações com catalisadores são reações que não podem ser realizadas sem a sua utilização
- b) As reações com catalisadores sempre fornecem maiores rendimentos
- c) O catalisador faz com que ocorra uma diminuição na energia de ativação, e com isso a reação ocorre mais rapidamente
- d) O catalisador faz com que ocorra um aumento na energia de ativação, e com isso a reação ocorre mais rapidamente
- e) Os catalisadores também podem ser chamados de inibidores de produtos indesejados

6- Sobre cinética química, responda. Quais os fatores que influenciam a velocidade de uma reação?

7- Você tinha conhecimento sobre a corrosão aqui no estado do Ceará?

8- Já tinha visto essas notícias?

9- Cite alguma relação do seu cotidiano com o conteúdo de cinética apresentado nas últimas aulas.