

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA APLICADA NO CONTEÚDO DE CINÉTICA QUÍMICA ATRAVÉS DA METODOLOGIA STEM.

Paulo Vitor Macedo da Silva¹

Malena Gomes Martins²

Selma Elaine Mazzetto³

RESUMO

A metodologia STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) tem como objetivo promover uma formação interdisciplinar, visando um currículo integrado e diversificado para proporcionar um modelo de ensino dinâmico. Seu foco está na promoção do pensamento crítico, resolução de problemas e habilidades de colaboração entre os alunos, destacando a aplicação dessas disciplinas em um contexto do mundo real para impulsionar a inovação e preparar a próxima geração de cientistas e engenheiros. Ao romper com as fronteiras disciplinares tradicionais, a metodologia STEM incentiva experiências de aprendizagem práticas baseadas na investigação, com aplicação de princípios científicos, oferecendo uma estrutura valiosa para melhorar o aprendizado dos alunos, e permitindo uma compreensão mais profunda das conexões do mundo real com os conceitos científicos. Na Química, a metodologia STEM se destaca, uma vez que essa área do conhecimento lida com o mundo microscópico das estruturas atômicas e moleculares, frequentemente desafiando os alunos na compreensão de conteúdos abstratos e no estabelecimento de relações com o mundo macroscópico. Trabalhar essa metodologia em aulas dinâmicas, incluindo jogos, experimentos e discussões de notícias relevantes, pode despertar o interesse dos alunos, levando-os a participar ativamente na construção do conhecimento. Neste aspecto, o presente trabalho propõe o emprego da metodologia STEM na disciplina de Química, mais especificamente no conteúdo de Cinética Química, tecendo relações e experimentações com diferentes profissões e suas aplicações no cotidiano. A abordagem interdisciplinar demonstrou ser enriquecedora, permitindo aos alunos compreender que os conceitos de Cinética Química estão presentes em suas vidas diárias e em diversas profissões, ampliando sua percepção sobre a relevância desses conhecimentos.

Palavras-chave: cinética química, metodologia STEM, aprendizagem significativa.

INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências da Natureza tem enfrentado desafios desde a pandemia, como evidenciado pelo Pisa, que aponta que menos de 50% dos alunos atingiram um nível mínimo de aprendizagem em Ciências e Matemática (Brasil, 2023). Essa lacuna

¹ Graduando em Licenciatura em Química da Universidade Federal do Ceará - UFC, paulovitormacedo@alu.ufc.br;

² Doutoranda em Química pela Universidade Federal do Ceará – UFC malenamartins@alu.ufc.br;

³ Professor orientador: Professora do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica – Universidade Federal do Ceará (UFC), selma@ufc.br.

afeta o desenvolvimento de habilidades essenciais, como o raciocínio lógico, o pensamento crítico e a capacidade de atuar sobre a realidade, prejudicando até o exercício da cidadania (Maia; Carvalho; Ap-Pelt, 2021).

A interdisciplinaridade, que integra disciplinas em torno de temas comuns, surge como uma solução eficaz para melhorar o ensino de Ciências, permitindo que conceitos de Química sejam aplicados a questões sociais e políticas, tornando o ensino mais relevante (Lavaqui; Batista, 2021). O uso de metodologias como STEM, que une Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, tem sido central para inovações educacionais, promovendo a integração de conhecimentos e a aplicação de problemas reais, o que gera uma aprendizagem significativa (White, 2014).

Essa abordagem torna o ensino mais dinâmico, estimula o pensamento crítico, e capacita os alunos a resolver problemas, preparando-os para o mercado de trabalho (Sussuchi; Machado; Moraes, 2012). O professor, como mediador, deve facilitar essa integração, promovendo a assimilação e compreensão do conteúdo de forma significativa (Carabetta Jr., 2017).

No contexto do ensino de Química, a interdisciplinaridade e a contextualização são essenciais para uma aprendizagem significativa, especialmente ao relacionar temas com a realidade dos alunos, como a Cinética Química, um conteúdo relevante para estudantes devido à sua ampla aplicação no cotidiano (Passos, 2021).

METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada em maio de 2024, em uma escola particular localizada no bairro Álvaro Weyne, em Fortaleza, Ceará. O conteúdo abordado pela Cinética Química, aplicado a uma turma da terceira série do Ensino Médio, utilizando a metodologia STEM. O estudo incluiu uma revisão dos conceitos de (a) energia de ativação, (b) teoria das colisões, (c) fatores que influenciam a velocidade de uma reação — como concentração, temperatura, superfície de contato e catalisador —, e (d) cálculo da constante de velocidade (20min).

Em seguida, foram realizadas atividades práticas cujo objetivo era identificar os fatores que alteram a velocidade das reações (50 min), dividindo-se a turma em 5 grupos de 4 alunos para facilitar a visualização da prática.

O primeiro experimento tinha como objetivo avaliar a influência da temperatura na velocidade da reação. Em três béqueres foram adicionados água em diferentes

temperaturas até a marca de 25 ml; no primeiro, água quente; no segundo, água à temperatura ambiente; e no terceiro, água gelada. Adicionou-se simultaneamente $\frac{1}{4}$ de comprimido efervescente. Os alunos foram orientados a observar o fenômeno e realizar anotações a fim de comparar o término da reação após completa dissolução do comprimido. Perguntas como “Qual temperatura da água facilitou a completa dissolução do comprimido?”, “Qual temperatura dificultou a dissolução do comprimido?”, foram realizadas aos discentes.

O segundo experimento tinha como objetivo analisar a influência da superfície de contato na velocidade da reação, para isso em dois béqueres foram adicionados água até a marca de 25 ml e simultaneamente: em um, $\frac{1}{2}$ comprimido efervescente; e ao outro, $\frac{1}{2}$ comprimido efervescente triturado. Os alunos novamente observaram e anotaram a fim de comparar as ordens do término das reações. Foi indagado aos educandos a seguinte pergunta: “Qual a sua conclusão sobre a influência da superfície de contato na velocidade da reação?”.

O terceiro experimento foi realizado com intuito de avaliar o efeito da Concentração na velocidade da reação. Em um béquer adicionou-se ácido acético diluído na proporção de 10:1 (relação massa/massa) até a marca de 25 ml, e em um segundo béquer ácido acético diluído na proporção de 1:1 (relação massa/massa) até a marca de 25ml, em seguida, simultaneamente foi adicionado $\frac{1}{2}$ comprimido efervescente. Os alunos foram instruídos a observar e comparar a ordem de término das reações. O professor ao fim do experimento perguntou aos estudantes: “Como a concentração da solução influencia na velocidade da reação?”.

O quarto e último experimento foi realizado para que os alunos pudessem observar a influência do catalisador na velocidade da reação. Em dois tubos de ensaio foram adicionados uma solução de água oxigenada 40 volumes até a marca de 25 ml, em seguida adicionou-se em cada béquer 20 gotas de detergente. Em um dos béqueres adicionou-se um pedaço de batata de aproximadamente 3 cm. Os alunos então observaram e foram questionados sobre “Como o catalisador influencia na velocidade da reação?”, e “Você consegue identificar o catalisador nesse experimento?”.

Por fim os experimentos foram relacionados com as áreas STEM e diversas profissões para que os alunos pudessem compreender a relevância da Cinética Química em seu cotidiano, por meio de uma discussão interdisciplinar (30min).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme a BNCC, a educação em Química visa capacitar os alunos a utilizar seus conhecimentos para interpretar e compreender o mundo ao seu redor (Brasil, 2017). Nesse contexto, a Metodologia STEM é essencial para desenvolver habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e comunicação. Ao adotar essa abordagem, os estudantes são melhor preparados para enfrentar os desafios do século XXI de forma integrada e eficiente.

Após a conclusão da revisão do conteúdo de Cinética Química, foram iniciadas as atividades experimentais. Após cada experimento, os alunos eram questionados sobre quais fatores que afetam a velocidade das reações estavam sendo demonstrados e incentivados a relacionar esses fatores com exemplos de seu cotidiano. Algumas respostas estão parafraseadas 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, por que as altas temperaturas vão acelerar as reações químicas que quebram as moléculas de sujeira.” (Aluno 01)

“E por que a batata crua tem alguma coisa que tá reagindo com água oxigenada, já na batata cozida, por ela ter sido cozida ela não está mais reagindo com a água oxigenada.” (Aluno 02)

As respostas dos Alunos 01 e 02 demonstram que eles compreenderam a influência dos fatores temperatura e catalisador nas reações químicas. O Aluno 01 mencionou que a água quente acelera a quebra das moléculas de gordura, aumentando a eficácia do surfactante (detergente), enquanto o Aluno 02 identificou o efeito da catalase presente na batata crua na decomposição da água oxigenada. Essas observações estão alinhadas com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, que enfatiza a importância de conectar o ensino à realidade do aluno. Ao estabelecer essas conexões, os subsunções são fortalecidos, facilitando a assimilação de novos conhecimentos e garantindo que o aprendizado seja relevante, envolvente e aplicável à vida prática (Ausubel, 2003; Novak & Gowin, 1996; Moreira, 2012).

Em seguida, foi apresentada aos alunos a correlação entre os fatores que alteram a velocidade das reações e as disciplinas do acrônimo STEM (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática). A relação foi explorada através das áreas de Química, Física

e Biologia, demonstrando como esses fatores são aplicados em cada uma dessas disciplinas.

Por exemplo, em processos industriais, o controle preciso da temperatura pode otimizar a velocidade de reações, resultando na produção eficiente de materiais. Em Química, compreender como a temperatura afeta a velocidade das reações permite melhorar a síntese de compostos e o desenvolvimento de novos produtos químicos, destacando a importância dessa variável na prática científica (Pitombo, 1974).

Na Engenharia, a superfície de contato desempenha um papel crucial na aceleração ou desaceleração das reações químicas. Em processos de catálise, aumentar a área de contato entre reagentes pode acelerar reações desejadas, como a produção de catalisadores ou materiais resistentes à corrosão. Entretanto, em engenharia de materiais e construção, uma superfície de contato maior também pode intensificar a corrosão, exigindo soluções para proteger estruturas metálicas, como o uso de revestimentos protetores e técnicas de prevenção (Marani et al., 2017).

Na área de Tecnologia, a modelagem matemática é utilizada para prever e controlar a taxa de corrosão e a eficácia dos catalisadores. Sensores e sistemas avançados são desenvolvidos para monitorar e regular a temperatura em ambientes propensos à corrosão, como estruturas expostas à maresia. Além disso, a Matemática auxilia na modelagem da eficiência de catalisadores em diferentes condições, ajudando a otimizar os processos de prevenção da corrosão e a prolongar a vida útil de materiais (Ramos, 2020; Dias, 2007). Assim, a integração dos fatores da Cinética Química com as áreas STEM proporciona uma compreensão mais abrangente e aplicada dos processos químicos no cotidiano.

Após esse momento, foi discutido como a cinética química e os fatores que influenciam a velocidade das reações estão presentes no cotidiano, destacando a aplicabilidade desses conhecimentos mesmo para alunos que não seguirão carreira em Ciências. Enfatizou-se que, ao entender esses conceitos, os alunos poderão utilizá-los em diversas situações práticas do dia a dia, reforçando a relevância do conteúdo para a vida cotidiana. Inicialmente, questionou-se se os alunos já tinham clareza sobre suas escolhas de carreira, em seguida, foram apresentados exemplos práticos da aplicação da cinética química em diferentes áreas:

Na indústria a aplicação da Cinética Química se dá por meio dos catalisadores, muito importantes para reduzir o tempo reacional, possibilitando assim uma maior agilidade e economia;

Engenheiros Ambientais aplicam a cinética química no tratamento de água e efluentes, bem como na degradação de poluentes no meio ambiente, por exemplo, na remediação de solos contaminados, onde a velocidade das reações de degradação dos contaminantes é crucial (Santos; Costa; Peralta-zamora, 2023);

Farmacêuticos utilizam a Cinética Química na determinação da estabilidade e do prazo de validade de fármacos e medicamentos, isto é, utilizam o estudo da velocidade de degradação e o modo como essa velocidade é influenciada pela concentração dos reagentes, excipientes e outras substâncias químicas que possam estar presentes, como também avaliam os fatores como pressão, luz, umidade e temperatura. Eles também desenvolvem e fabricam medicamentos, garantindo que tenham a eficácia desejada e atinjam a velocidade necessária para serem eficazes no corpo (Melo et al, 2009);

Biólogos utilizam o conhecimento adquirido em Cinética Química no processo de mastigação, visto que, ao aumentar a área de contato dos alimentos, quando estes chegam ao estômago a alta concentração de ácido gástrico acelera a quebra das proteínas, proporcionando uma saciedade maior em menos tempo (Carmo, 2023);

Químicos utilizam bastante a Cinética na síntese e processos reacionais, como por exemplo, analisar quais as condições necessárias (temperatura, estado físico dos reagentes etc.) para que as reações químicas possam acontecer.

Logo em seguida foi questionado para os alunos se eles conseguem pensar em alguma área que a cinética estava presente, os exemplos são citados a seguir:

“Como o professor estava falando na explicação do conteúdo, o cozinheiro e a indústria de comida, são exemplos de como a cinética está presente, pois o aumento da temperatura acelera o cozimento da comida.”. (Aluno 03)

“O congelamento dos alimentos e bebidas aumenta o tempo de conservação dos alimentos.”. (Aluno 04)

As respostas dos Alunos 03 e 04 ilustram bem a aplicação da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), que enfatiza a importância de conectar novos conhecimentos a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno. O Aluno 03 associou a cinética química ao aumento da temperatura no cozimento dos alimentos, um conceito familiar em seu cotidiano, demonstrando como a elevação da temperatura acelera as respostas, facilitando a compreensão por meio de uma experiência prática. Da

mesma forma, o Aluno 04 relacionou o congelamento de alimentos à sua conservação, ligando a baixa temperatura à redução da velocidade das reações químicas e à consequente redução da manipulação

Esses exemplos demonstram como a aprendizagem significativa ocorre quando o conteúdo teórico se conecta às experiências diárias dos alunos, tornando o aprendizado mais relevante e significativo (Ausubel, 2003; Novak & Gowin, 1996; Moreira, 2012; 2023). Assim, a TAS reforça que novas informações são assimiladas de maneira mais eficaz quando interagem com conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, promovendo um processo de aprendizagem mais profundo (Farias, 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstrou que a metodologia STEM é inovadora e eficiente ao integrar o conteúdo teórico e prático de Cinética Química com a realidade cotidiana dos alunos, promovendo uma abordagem interdisciplinar. A conexão entre a Cinética Química e as diversas profissões e matérias dentro do STEM evidencia a relevância do conhecimento além da sala de aula, contrastando com o ensino tradicional que frequentemente isola os conteúdos. A combinação de teoria e prática, por meio de experimentos simples com materiais do cotidiano, torna o ensino mais eficaz e esclarecedor, proporcionando uma aprendizagem significativa e contextualizada.

AGRADECIMENTOS

Universidade Federal do Ceará (UFC); Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

REFERÊNCIAS

Ausubel, David Paul. **Aquisição E Retenção De Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

Brasil. **Instituto Nacional De Estudos E Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Divulgados Os Resultados Do Pisa 2022. 2023. Disponível Em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/acoes-internacionais/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022>. Acesso Em: 19 Set. 2024.

Brasil. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Mec, 2017.

Carabetta Jr, Valter. Metodologia Da Problematização: Possibilidade Para A Aprendizagem Significativa E Interdisciplinar Na Educação Médica. **Fundación Educación Médica - Fem**, Vol.20, N.3, P.103-110, 2017. Doi: 10.33588/Fem.203. Disponível Em: <https://www.educacionmedica.net/Autor/1586/V-Carabetta-Jr>. Acesso Em: 16 Ago. 2024.

Carmo, Lívia Lourenço Do. **Etapas Da Deglutição**. Kenhub, 30 Out. 2023. Website. Disponível Em: <https://www.kenhub.com/pt/library/fisiologia-pt/etapas-da-degluticao>. Acesso Em: 1 Set. 2024.

Dias, Polyana Borges. **Desenvolvimento De Compósito Particulado Porcelanato/Epóxi Para Revestimento Anti-Erosivo Em Dutos**. Campos Dos Goytacazes: Uenf, 2007.

Farias, Gabriela Belmont De. Contributos Da Aprendizagem Significativa De David Ausubel Para O Desenvolvimento Da Competência Em Informação. **Perspectivas Em Ciência Da Informação**, V. 27, N. 2, P. 58-76, Abr/Jun 2022. Online. Doi: <https://doi.org/10.1590/1981-5344/39999>. Disponível Em: <https://www.scielo.br/J/pci/A/Zsnc6yjjpgkg6t5ktqhc3wxp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso Em: 03 Set. 2024.

Lavaqui, Vanderlei; Batista, Irinéa De Lourdes. Interdisciplinaridade Em Ensino De Ciências E De Matemática No Ensino Médio. **Ciência E Educação, Bauru**, V. 13, N. 3, P. 399-420, Set. 2007. Online. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132007000300009>. Disponível Em: <https://www.scielo.br/J/Ciedu/A/Rjixc78xyctf8rtkr9xck/Abstract/?lang=pt#>. Acesso Em: 25 Mar. 2024.

Maia, Dennys Leite; Carvalho Rodolfo Araújo De; Appelt Veridiana Kelin. Abordagem Steam Na Educação Básica Brasileira: Uma Revisão De Literatura. **Revista Tecnologia E Sociedade**, V.17, N.49, P.68-88, Out./Dez. 2021. Online. Doi: 10.3895/Rts.V17n49.13536. Disponível Em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/Rts/article/view/13536>. Acesso Em: 16 Abr. 2024.

Marani, Pamela Franco; De Oliveira, Thais Andressa Lopes; Sá, Marilde Beatriz Zorzi. Concepções Sobre Cinética Química: A Influência Da Temperatura E Da Superfície De Contato. **Actio: Docência Em Ciências**, V. 2, N. 1, P. 321-341, 2017.

Melo, S. A. S.; Trovó, A. G.; Bautitz, I. R.; Nogueira, R. F. P. Degradação De Fármacos Residuais Por Processos Oxidativos Avançados. **Química Nova**, V. 32, N. 1, P. 188-197, 2009. Online. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000100034>. Disponível

Em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/jpzmdhmdyl9jcxfpzmq6hcv/#>. Acesso Em: 24 Mar. 2024.

Moreira, Marco Antonio. **O Que É Afinal Aprendizagem Significativa?** La Laguna, Espanha, 2012. Online. Disponível Em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso Em: 15 Jul. 2024.

Moreira, Marcos Antonio. **Aprendizagem Significativa: A Teoria E Textos Complementares**. 2. Ed. São Paulo: Lf Editorial, 2023. 256 P.

Novak, J.D. E Gowin, D.B. **Aprender A Aprender**. Tradução De Carla Valadares. 2 Ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996. P.212. Título Original: Learning How To Learn.

Passos, Ana Paula; Nicot, Yuri Expósito. Interdisciplinaridade Na Matemática Através Da Aprendizagem Significativa. **Research, Society And Development**, V. 10, N. 9, P. E54210918294-E54210918294, 2021. Online. Doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18294>.

Pitombo, L.R. Cinética Química. **Nuevos Temas De Química Em La Enseñanza Secundaria**. Unesco. 31-78. 1974.

Ramos, Éverton Souza. **Modelagem Numérica Da Propagação Da Corrosão Por Cloretos Em Estruturas De Concreto Armado**. 2020. Tese De Doutorado. Universidade De São Paulo

Santos, A. Dos; Costa, G. Da S.; Peralta-Zamora, P. Remediação De Solos Contaminados Por Processos Fenton: Uma Revisão Crítica. **Química Nova**, São Paulo, V. 40, N. 3, P. 327-333, 2017. Online. Doi: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20160187>. Disponível Em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/cdmjwvfr5lrczgmjfygtrd/>. Acesso Em: 15 Abr. 2024.

Santos, W. Contextualização No Ensino De Ciências Por Meio De Temas CTS Em Uma Perspectiva Crítica. **Ciência & Ensino**, V. 1, 2007.

Sussuchi, E. M.; Machado, S. M. F.; Moraes, V. R. S. **Teoria Das Colisões: Um Estudo Sobre A Cinética Química**. In: **Lopes Neto, M. M. Fundamentos De Química**. São Cristóvão: Universidade Federal De Sergipe, Cesad, 2012. Cap. 14. Disponível Em: https://cesad.ufs.br/orbi/public/uploadcatalogo/14403130102012quimica_I_Aula_01.pdf. Acesso Em: 01 Jun. 2024.

White, David W. What Is Stem Education And Why Is It Important? **Florida Association Of Teacher Educators Journal**. Tallahassee, Florida, V. 1, N. 14, P. 1-9, 2014. Disponível Em: [Http://Www.Fate1.Org/Journals/2014/White.Pdf](http://Www.Fate1.Org/Journals/2014/White.Pdf). Acesso Em: 05 Jul. 2024.