



Acompanhamento do Processo de Aprendizagem por meio da Análise de Mapas Conceituais no Ensino de Química

Ademir de Souza Pereira

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Brasil

Antônio Costa Neto

Instituto Federal do Ceará – IFC, Brasil

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo, analisar como os mapas conceituais elaborados pelos alunos podem revelar lacunas conceituais, facilitar a identificação de informações relevantes e contribuir para uma aprendizagem significativa em Química. A pesquisa foi conduzida em uma escola pública, envolvendo 20 estudantes do segundo ano do Ensino Médio a partir do conceito de cinética química. A abordagem metodológica adotada foi qualitativa, o que permitiu a análise a partir de categorias que associaram conceitos ausubelianos. Os resultados apontaram possíveis dificuldades de aprendizagem em compreender, organizar e relacionar os conceitos estudados em Química, e a importância de questionar/esclarecer alguns pontos com o docente. A análise dos mapas conceituais revelou lacunas conceituais, permitindo a distinção entre informações relevantes e de difícil assimilação pelos alunos. A utilização de mapas conceituais se mostrou uma ferramenta importante para compreender o processo de aprendizagem dos alunos.

PALAVRAS-CHAVE: atividades experimentais; Ausubel; dificuldades de aprendizagem; ensino e aprendizagem.

MONITORING THE LEARNING PROCESS THROUGH THE ANALYSIS OF CONCEPT MAPS IN CHEMISTRY EDUCATION

ABSTRACT

The research focuses is to analyze how the concept maps created by students can reveal conceptual gaps, facilitate the identification of relevant information, and contribute to meaningful learning in Chemistry. The research was conducted involving 20 second-year high school students with the concept of chemical kinetics. The methodological approach adopted was qualitative, allowing for analysis based on categories associated with Ausubelian concepts. The results indicated potential learning difficulties in understanding how students organize and relate the studied Chemistry concepts, and the importance of questioning/clarifying some points with the teacher. The analysis of the concept maps revealed conceptual gaps, allowing for the distinction between relevant information and information that is difficult for students to assimilate. The use of concept maps proved to be an important tool for understanding the students' learning process.

KEYWORDS: experimental activities; Ausubel; learning difficulties; teaching and learning.

SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE APRENDIZAJE MEDIANTE EL ANÁLISIS DE MAPAS CONCEPTUALES EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo analizar cómo los mapas conceptuales elaborados por los alumnos pueden revelar lagunas conceptuales, facilitar la identificación de información relevante y contribuir a un aprendizaje significativo en Química. La investigación se realizó en una escuela pública, involucrando a 20 estudiantes de segundo año de Educación Media a partir del concepto de cinética química. La metodología adoptada fue cualitativa, lo que permitió el análisis a partir de categorías que asociaron conceptos ausubelianas. Los resultados indicaron posibles dificultades de aprendizaje en comprender, organizar y relacionar los conceptos estudiados en Química, y la importancia de cuestionar/aclarar algunos puntos con el docente. El análisis de los mapas conceptuales reveló lagunas conceptuales, permitiendo la distinción entre información relevante y de difícil asimilación por parte de los alumnos. El uso de mapas conceptuales demostró ser una herramienta importante para comprender el proceso de aprendizaje de los alumnos.

PALABRAS CLAVE: actividades experimentales; Ausubel; dificultades de aprendizaje; enseñanza y aprendizaje.

1 INTRODUÇÃO

A formação de conceitos científicos no contexto escolar pode ser trabalhada por meio de aulas experimentais como instrumento para fortalecer os processos de ensino e aprendizagem na Educação em Ciências. Essa abordagem pode auxiliar os estudantes a compreenderem os conceitos de Ciências, desenvolverem habilidades e utilizarem os conhecimentos para solucionar os problemas do cotidiano (Lopes; Pastorio; Ramos, 2024).

Nesse sentido, pesquisadores como Lopes, Pastorio e Ramos (2024) discutem a relevância da experimentação como uma perspectiva didática imprescindível para a construção de conceitos científicos. Da mesma maneira, as pesquisas de Santos *et al.*, (2005) e Pereira (2008) reforçam a importância da experimentação como uma abordagem pedagógica no ensino de Ciências. Essa prática estimula o engajamento dos alunos, promove a construção ativa do conhecimento e contribui para uma compreensão mais abrangente dos fenômenos científicos.

Os estudantes do Ensino Médio apresentam dificuldades na compreensão de conceitos químicos e na resolução de problemas do cotidiano (Gomes; Souza, 2023). Tais dificuldades podem ser desde os entendimentos mais gerais até os mais específicos, os quais muitas vezes exigem alto grau de abstração. Por outro lado, a utilização da experimentação em aulas de Química oportuniza o entendimento dos fenômenos químicos e a associação com problemas do cotidiano (Fin; Uhmman, 2021).

De acordo com Viturino *et al.*, (2017), a atividade experimental pode potencializar o entendimento da ciência, dos conceitos científicos e de suas aplicações nos âmbitos social, histórico, político e ambiental. Pereira e Sampaio (2022) discutem a existência de uma estreita relação pedagógica entre a experimentação e a aprendizagem significativa (Ausubel, 1980) que pode despertar a curiosidade dos estudantes da Educação Básica. Isso ocorre por meio de atividades experimentais em que os estudantes, de maneira colaborativa, podem explorar fenômenos químicos, levantar e testar as hipóteses, reforçando o sentido de ser parte integrante da escola.

Lopes, Pastorio e Ramos (2024) conduziram uma revisão sistemática da literatura no que diz respeito à utilização da experimentação no ensino de Ciências, apontando a necessidade de reconhecimento da importância de compreender o propósito da experimentação como parte integrante do desenvolvimento da autonomia científica dos estudantes. Os autores assinalam que é preciso esclarecer e fortalecer a relação entre a experimentação e a construção do conhecimento científico. Além disso, eles defendem ser importante explorar e compreender as concepções de experimentação que guiam as práticas pedagógicas, buscando integrá-las de forma mais eficaz para um ensino crítico e contextualizado (Lopes, Pastorio, Ramos, 2024). Nesse sentido, é fundamental que o planejamento docente esteja alinhado com abordagens e estratégias de ensino para que seja desenvolvido em sala de aula. Esses autores enfatizam a necessidade de tornar o ensino de Ciências mais relevante, interdisciplinar e motivador, preparando os alunos para aplicarem o conhecimento científico em suas vidas diárias e em suas futuras carreiras.

Nesse sentido, esta investigação se pauta em pressupostos de Ausubel (1980) e de Novak (2000) para estabelecer a organização, o planejamento e a avaliação dos resultados de uma sequência de ensino envolvendo conceitos de cinética química, na qual uma turma do Ensino Médio produziu mapas conceituais para representar os conceitos aprendidos em sala de aula.

Portanto o objetivo desta pesquisa foi investigar como a utilização de mapas conceituais pode contribuir para o acompanhamento e a avaliação do processo de aprendizagem dos alunos no contexto do ensino de Química.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Pereira e Sampaio (2022), a partir de uma revisão de literatura envolvendo a experimentação no ensino de Química, reconhecem que as atividades experimentais contribuem para a assimilação de fenômenos químicos, a integração de conceitos interdisciplinares, o

estímulo ao aprendizado reflexivo, o desenvolvimento de autonomia e de atitudes investigativas científicas, e também para a memorização e a aplicação dos conceitos no dia a dia.

Ao fortalecerem a interligação entre a experimentação e a construção do conhecimento científico, as atividades experimentais contribuem para o processo de aprendizagem e para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes (Santos; Porto, 2013; Schnetzler, 2002; Fin; Uhmman, 2021). Essa autonomia engloba a habilidade de pensar criticamente, resolver problemas de forma independente e contribuir de maneira substancial para a construção do conhecimento.

Ao enfatizar esses aspectos, educadores e pesquisadores promovem uma compreensão de como a experimentação enriquece a educação científica, fomentando a autonomia e o desenvolvimento de habilidades essenciais para a aprendizagem ao longo da vida.

De acordo com Giordan (1999), a experimentação possui um caráter motivador para muitos alunos, pois está associada a um elemento lúdico relacionado ao tema em questão. Além disso, Silveira e Vasconcelos (2023) reiteram que a utilização de atividades experimentais na escola favorece a aprendizagem de significados. Isso ocorre por meio da construção de novos significados pelos estudantes, que, assim, podem vivenciar a experimentação da ciência na resolução de problemas valendo-se dos conceitos vistos em sala de aula, o que pode propiciar que eles compreendam e internalizem os conhecimentos científicos.

Em sua pesquisa Lopes, Pastorio e Ramos (2024) observaram que a experimentação estimula a curiosidade, a investigação e a autonomia dos estudantes, criando um ambiente propício para a construção ativa do conhecimento. Nesse contexto, é importante considerar o embasamento teórico para o planejamento e o desenvolvimento da atividade experimental, o que possibilita que os professores discutam conceitos contextualizados a partir do que os alunos já sabem (Ausubel, 1980).

Ao organizar uma atividade experimental considerando aspectos importantes da teoria da aprendizagem significativa, é essencial contextualizar o tema, relacionando-o com a vida cotidiana dos alunos (Silveira; Vasconcelos, 2023). Nesse sentido, vislumbramos um ambiente de aprendizagem fértil para investigar os conhecimentos prévios dos alunos, estimular o questionamento e a resolução de problemas durante a atividade, e também promover a reflexão sobre os conceitos. Ao seguir essas diretrizes, os educadores podem criar uma experiência de aprendizagem potencialmente mais relevante, de forma a favorecer a construção do conhecimento científico (Silveira; Vasconcelos, 2023).

Segundo Moreira (2022), Ausubel propõe que novos conhecimentos sejam integrados à estrutura cognitiva do aluno, relacionando-os com conceitos pré-existentes para promover a compreensão e a aplicação em diferentes contextos (Ausubel, 1980). Dessa forma, ao

estimulem a participação ativa dos alunos e promoverem a reflexão e a aplicação dos conhecimentos adquiridos, os educadores podem contribuir para uma educação significativa, alinhada com as demandas atuais da aprendizagem (Silveira; Vasconcelos, 2023).

A aprendizagem pode ocorrer tanto de forma receptiva, na qual o aluno assimila novas informações aos seus conceitos, quanto por descoberta, quando os estudantes relacionam as informações disponíveis – subsunção – para construir um novo conhecimento (Ausubel, 1980; Moreira, 2022). Ambos os tipos de aprendizagem desempenham um papel importante no processo educacional, pois possibilitam ao professor identificar o conhecimento prévio dos alunos ao planejar suas aulas.

Na diferenciação progressiva, os conceitos principais são introduzidos, dando-se ênfase a suas distinções e definições, e são elaborados progressivamente ao longo da atividade. Já a reconciliação integrativa envolve a intensa relação entre conceitos e ideias para identificar características importantes que evidenciem as diferenças entre eles (Ausubel, 1980; Moreira, 2011).

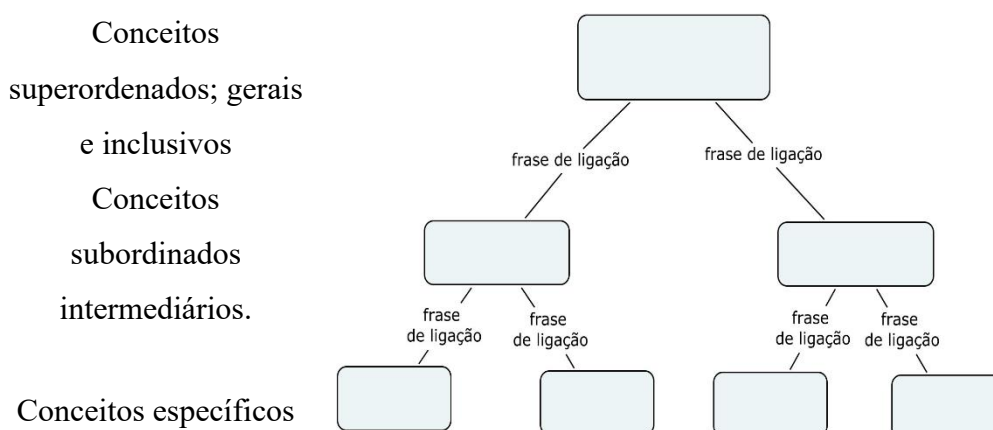
Os mapas conceituais desenvolvidos por Novak (2000) são ferramentas gráficas bidimensionais que representam um conjunto de conceitos e suas inter-relações por meio de palavras de ligação. Eles são úteis no planejamento educacional para organizar conceitos, identificar lacunas no entendimento dos alunos e diferenciar as informações relevantes das triviais (Novak; Gowin, 1996; Moreira, 2011).

Os mapas conceituais seguem o princípio da diferenciação progressiva, no qual as ideias mais gerais e inclusivas do conteúdo são apresentadas inicialmente para, em seguida, serem progressivamente diferenciadas. É importante explorar as relações entre as proposições e os conceitos, destacando diferenças e similaridades relevantes e resolvendo inconsistências reais ou aparentes (Novak; Gowin, 1996; Moreira, 2011).

Conforme apresentado na Figura 1, um modelo para o mapeamento conceitual coloca os conceitos mais gerais e inclusivos no topo da hierarquia, conectando-os com frases ou palavras de ligação aos conceitos intermediários e, por fim, aos conceitos mais específicos e menos inclusivos.

Pereira e Pires (2012) apontam que o mapa conceitual é uma técnica flexível que pode ser utilizada em diversas situações e com várias finalidades, como análise de currículo, estratégia didática, recurso de aprendizagem e meio de avaliação.

Figura 1 – Exemplo para mapeamento conceitual



Fonte: Adaptado de Moreira (1980).

No planejamento educacional, essa ferramenta é extremamente útil para auxiliar o professor na organização conceitual e no desenvolvimento de um procedimento didático multidimensional e interdisciplinar. Lima e Marcondes (2005) destacam que os mapas conceituais ajudam o professor a organizar os conteúdos a serem aprendidos, facilitando a identificação de lacunas conceituais apresentadas pelos alunos e permitindo distinguir as informações triviais das mais relevantes.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A atividade foi conduzida em uma escola pública da rede estadual de ensino de um município do interior do estado de Mato Grosso do Sul e envolveu 20 estudantes do segundo ano do Ensino Médio com idade entre 14 e 17 anos. A análise do processo se deu com base nos pressupostos da pesquisa qualitativa e buscou compreender detalhes do objeto de estudo em seu contexto, no caso, a organização de conceitos a partir de mapas conceituais. Essa abordagem valoriza a compreensão dos significados e as experiências dos participantes, capturando a complexidade dos fenômenos sociais e humanos (Gil, 2002; Oliveira, 2010; Monteiro *et.al.*, 2023). A pesquisa foi realizada por etapas que levaram em conta: (i) a definição do conteúdo curricular a ser trabalhado; (ii) a elaboração das aulas expositivas e experimentais; (iii) a realização de três aulas expositivas e duas experimentais – cada uma com duração de 50 minutos; (iv) a elaboração de mapas conceituais – uma aula de 50 minutos; e (v) a análise dos mapas conceituais. Essa atividade apresenta aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), com CAAE número 10866319.0.0000.5160.

A atividade experimental realizada consistiu na investigação dos fatores que podem influenciar na velocidade das reações químicas a partir da realização de experimentos que abordam o efeito do catalisador, da superfície de contato, da concentração e da temperatura.

A seleção do conteúdo se deu pelo alinhamento ao planejamento docente da escola. Por meio de diálogo e questionamentos, o professor investigou os conhecimentos prévios dos alunos relacionados à velocidade de uma reação química, estabelecendo conexões com outras áreas do conhecimento, valendo-se de perguntas tais como: vocês se lembram do que estudaram em Física acerca do termo Cinética? O que vocês fazem para um alimento demorar a estragar? Essa sondagem inicial permitiu ao professor identificar possíveis concepções prévias que seriam abordadas nas aulas subsequentes. Na primeira etapa, o professor ministrou o conteúdo de Cinética Química em duas aulas, abordando definições de cinética, velocidade instantânea, velocidade média, efeito de catalisadores, temperatura e pressão. A aula expositiva foi organizada de forma hierárquica, relacionando os conceitos mais gerais com os mais específicos, de forma que estivesse alinhada com a sondagem inicial (Ausubel, 1980).

Na segunda etapa, foram realizados exercícios sobre Cinética Química envolvendo questões abertas e fechadas, seguidos de discussões sobre os conceitos ensinados, levando em conta as respostas dos alunos, com o intuito de identificar conceitos relevantes.

A terceira etapa consistiu na realização de atividades experimentais de forma investigativa, no laboratório de Química da escola, ou seja, todos os experimentos foram conduzidos pelos alunos (Monteiro *et al.*, 2023). No início, foram abordados aspectos relacionados à segurança e aos cuidados necessários em um laboratório, incluindo os riscos associados aos reagentes e equipamentos, além de noções básicas de primeiros socorros em caso de acidentes.

Na quarta etapa, o professor-pesquisador explicou para a turma o processo de elaboração de um mapa conceitual, permitindo que os alunos criassem seus próprios mapas com os principais conceitos apresentados durante a explicação do conteúdo. Os alunos, distribuídos em grupos, receberam 19 conceitos para elaborar seus mapas conceituais, de modo que fosse uniformizada a quantidade de informação fornecida para a atividade.

A pesquisa qualitativa permite sistematizar, organizar e inferir os dados de um processo investigativo (Gil, 2008). Assim, para Oliveira (2010, p. 98), “em pesquisa é preciso se estabelecer categorias para que se faça um trabalho sistematizado e coerente”.

Segundo afirma Gil (2008, p. 157), “[...] para que se torne possível o agrupamento de grande número de respostas a determinado item em um pequeno número de categorias, torna-se necessário estabelecer um princípio de classificação”. Dessa forma, neste trabalho utilizamos

a seguinte categorização de Mapas Conceituais (MCs): (1) MCs com relações de significados e com conectores identificados, nos quais analisamos os conectores explícitos que articulam as ideias; (2) MCs com relações de significados e com alguns conectores identificados que observaram as conexões semiexplícitas a partir dos conceitos apresentados; (3) MCs com relações de significados sem identificação nos conectores; (4) MCs superficiais, sem coesão entre os conceitos; (5) Conceitos utilizados que examinaram os principais conceitos abordados; (6) Relações coerentes de conceitos que avaliaram a consistência conceitual das ideias apresentadas; e (7) Organização hierárquica, que analisou a estrutura do texto apresentando dos conceitos mais gerais para os mais específicos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o levantamento inicial realizado por meio de perguntas com o objetivo de identificar possíveis concepções prévias dos alunos, constatamos que eles foram capazes de definir o conceito de cinética química como o ramo da Química que estuda a velocidade das reações químicas. Essa definição provavelmente decorre do estudo da cinética abordada no componente curricular de Física, no qual há uma conexão com o movimento dos corpos e conceitos como velocidade média e instantânea. No entanto, também foi observado que os estudantes não conseguiram relacionar os conceitos cinéticos com aspectos químicos do cotidiano.

Sob a perspectiva de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), podemos reconhecer alguns subsunçores necessários para o início da aula, como velocidade média, velocidade instantânea e o conceito de cinética (Pereira; Sampaio, 2022). No experimento realizado para verificar a ação do catalisador sobre a velocidade da reação, obtivemos como resultado a aceleração da decomposição da água oxigenada. Nesse momento, surgiram várias dúvidas por parte dos alunos, conforme abaixo:

Aluno 1: “Por que a espuma subiu e ficou amarela?”

Professor: “Devido à rápida liberação do gás oxigênio, que entrou em contato com o detergente presente na proveta, houve a formação de espuma. E a coloração amarela se deu pela formação do íon triiodeto que apresenta coloração castanha. E ainda a presença do detergente somente teve a finalidade de comprovar a liberação de O_2 ”.

Aluno 2: “Por que o líquido ficou castanho-avermelhado?”

Professor: “Devido à reação do Iodo, que em solução aquosa reage com íons iodetos, formando o íon triiodeto que apresenta a coloração castanho-avermelhado”.

Aluno 3: “A reação aconteceria se não adicionasse KI?”

Professor: “Sim, aconteceria, mas em velocidade muito lenta. O KI teve a finalidade de acelerar o processo de decomposição do O_2 que seria liberado”.

O professor utilizou a diferenciação progressiva, primeiramente abordando os fenômenos observáveis (subida da espuma e mudança de cor) e, em seguida, explicando os processos químicos de forma detalhada (Novak, 2000). Isso permitiu que os alunos construíssem conhecimento a partir de conceitos gerais para os mais específicos. Ao explicar a finalidade do detergente e do KI, o professor ajudou os alunos a conectarem novos conhecimentos com conceitos pré-existentes, promovendo uma ambiência favorável à compreensão dos conceitos de cinética química.

Segundo Ausubel *et al.*, (1980), a experimentação permite que os alunos observem diretamente os fenômenos que estão estudando, o que proporciona reflexões que podem levar à aprendizagem significativa. O diálogo entre os alunos e o professor durante um experimento exemplifica como a interação pode ativar e expandir a estrutura cognitiva dos alunos, possibilitando a compreensão dos conceitos estudados.

Verificamos que o professor buscou estabelecer conexões entre os conceitos prévios dos alunos e os novos conceitos apresentados durante a explicação do experimento. Ao responder à pergunta do aluno, o professor ofereceu uma explicação clara e relevante, relacionando os conhecimentos prévios dos alunos com os conceitos de liberação de gás oxigênio e formação do íon triiodeto.

No experimento destinado a verificar como a superfície de contato influencia a velocidade da reação, os alunos previram que o comprimido efervescente triturado apresentaria uma maior área de contato com a água, resultando em uma dissolução mais rápida. Eles também supuseram que, no caso do comprimido inteiro, as bordas seriam as primeiras a se dissolver. Eles observaram que o béquer contendo o comprimido triturado apresentou uma dissolução mais rápida do que a do béquer com o comprimido inteiro.

O experimento que investigou o efeito da concentração despertou maior interesse nos alunos devido às mudanças de cor que ocorreram em tempos diferentes. Durante esse experimento os alunos formularam hipóteses para explicar os fenômenos observados, tais como:

Aluno 5: “Por que a mistura do recipiente 1 demorou mais para mudar de cor do que o recipiente 2?”.

Nesse momento, o professor estimulou que ocorresse a aprendizagem por descoberta (Ausubel, 1980), solicitando que formulassem hipóteses sobre o motivo das mudanças de cor. Tal procedimento teve como resultado o seguinte apontamento do Aluno 6, que coincide com apontamentos de outros alunos:

Aluno 6: “Professor... já sei! O recipiente 1 demorou mais para mudar de cor porque está menos concentrado do que o recipiente 2”.

Neste ponto, percebendo o envolvimento da sala, o professor solicitou que os alunos tentassem reelaborar a resposta, valendo-se dos conceitos discutidos na aula. A partir disso, o Aluno 7 argumentou que:

“Em uma solução mais concentrada existe mais moléculas, então vão se chocar mais rápido”.

No experimento realizado para verificar o efeito da temperatura, os alunos analisaram e explicaram o motivo pelo qual o recipiente, à temperatura ambiente, reagiu mais rápido do que a mistura em baixa temperatura. O Aluno 8, por exemplo, argumentou que:

“Na solução gelada as moléculas se movimentam mais devagar, por isso a reação demorou mais para acontecer”.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) enfatizam que a aprendizagem por descoberta é aquela em que os alunos encontram por si mesmos as respostas, formulando hipóteses até chegar à resolução do problema. Esse tipo de aprendizagem permite que os alunos expressem os conceitos aprendidos em sala de aula, aplicando-os para resolver novos problemas.

Percebemos que a observação do efeito da temperatura nas reações químicas ajudou no entendimento de conceitos importantes de cinética química. Ao verem diretamente os resultados do experimento, os estudantes relacionaram as novas informações aos conhecimentos prévios estabelecidos em aulas anteriores.

A partir desta observação do Aluno 9, podemos inferir que o laboratório constitui um recurso pedagógico que facilita a construção de significados pelos alunos:

“A aula de laboratório faz com que o conteúdo seja mais fácil, pois o professor faz perguntas sobre o acontecimento e tentamos respondê-la conforme a aula que tivemos lá na sala”.

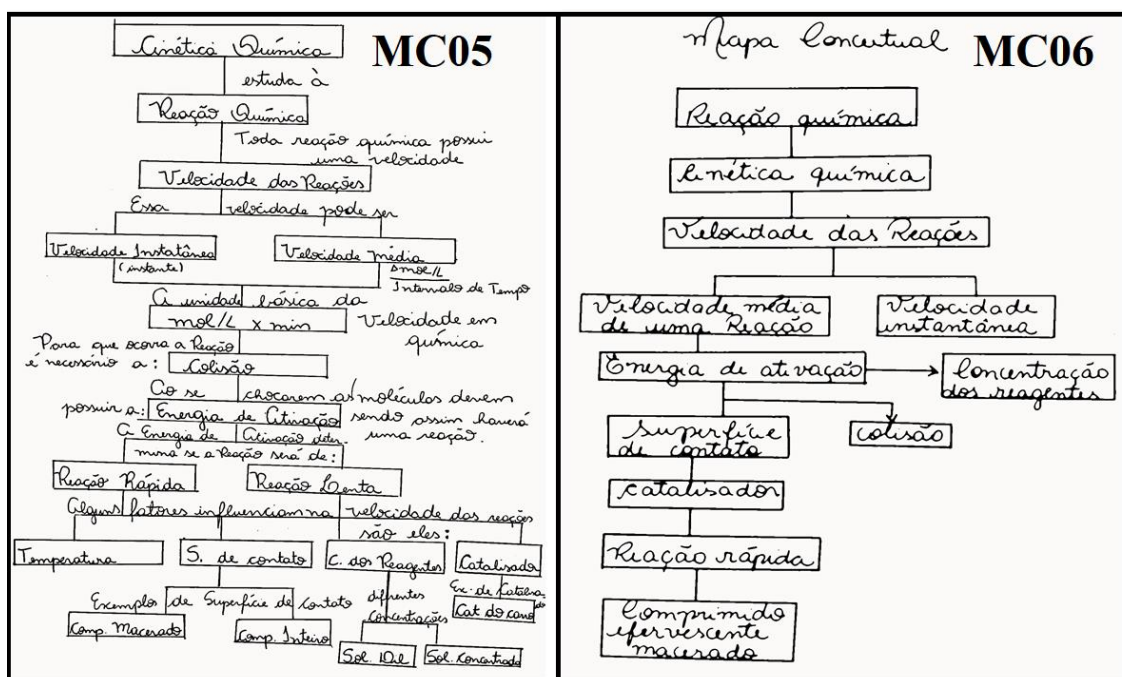
Além disso, esse aluno salientou que o professor utilizou perguntas para guiar a reflexão sobre as situações de aprendizagem no laboratório, encorajando-os a aplicarem o que aprenderam na aula teórica. Essa abordagem é congruente com a perspectiva de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), que sublinham a importância de interações significativas entre professor e aluno para promover a construção de significados.

5 ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS

Na Figura 2, apresentamos dois mapas conceituais elaborados por um dos grupos de alunos cujas categorias foram organizadas conforme a similaridade e características de cada mapa.

Ao interpretarmos a descrição do MC5, é possível perceber que os alunos consideraram a *cinética química* como o ramo que estuda as *reações químicas*, sendo que toda a reação se processa em uma determinada velocidade, que é chamada de *velocidade das reações*. Essa velocidade pode ser classificada como *velocidade instantânea* e *velocidade média*. A primeira é a velocidade medida em um determinado *instante*, e a segunda é verificada após um intervalo de tempo, e ambas podem ser expressas em mol/Lxmin^{-1} . Para que uma reação ocorra, deve acontecer uma *colisão* entre duas moléculas que *devem possuir* uma *energia de ativação*. A energia de ativação determina se a reação será uma *reação rápida* ou uma *reação lenta*. Os fatores que influenciam na velocidade de uma reação química são a *temperatura*, a *superfície de contato*, a *concentração dos reagentes* e a *adição de um catalisador*. Como exemplos desses fatores, temos: *um comprimido efervescente macerado* e *um comprimido efervescente inteiro* em um recipiente com água, como superfícies de contato; *uma solução diluída* e *uma solução concentrada*, como concentração de reagentes; e *catalisador do carro*, como catalisador.

Figura 2 – Mapas conceituais de um dos grupos experimentais



Fonte: os autores (2023).

Em nosso entendimento, o MC5 se enquadra na categoria *MCs com relações de significados e com conectores identificados*, uma vez que apresenta relações entre os conceitos de cinética química. Essa categoria foi atribuída levando em conta o estabelecimento de relações entre os conceitos de velocidade instantânea e média das reações, a importância da energia de ativação na determinação da velocidade da reação, e os fatores que influenciam essa velocidade, como temperatura, superfície de contato, concentração dos reagentes e

catalisadores. Além disso, esse mapa utiliza conectores para estruturar as relações entre os conceitos apresentados, tais como: “para que”, “os fatores que influenciam são”, “o exemplo para o fator”.

No MC5, as relações entre os conceitos são coesas e bem estabelecidas, seguindo uma sequência conceitualmente coerente, que começa com a definição da cinética química e avança para a explicação dos elementos que afetam a velocidade das reações químicas (Gomes; Sousa, 2023). A organização hierárquica também está presente, com os conceitos principais sendo introduzidos inicialmente e detalhados ao longo do mapa.

No MC6, é possível verificar a hierarquização de conceitos conforme solicitado pelo professor. Nesse mapa, identificamos as relações estabelecidas entre os conceitos Cinética química e Reação química: *Velocidade das reações* como um conceito mais geral, e *Velocidade instantânea* e *Velocidade média* como conceitos mais específicos.

No MC6, observamos o estabelecimento de relações entre *Energia de ativação* e *Colisão*, apontando esse que está conceitualmente correto, pois a energia de ativação é descrita como a energia necessária para que uma reação química ocorra (Gomes; Sousa, 2023), pois não há reação se não houver uma colisão eficaz entre as moléculas. Outra relação estabelecida é entre os conceitos de *reação rápida* e de *catalisador*. Essa relação mostra como o catalisador reduz a energia de ativação e aumenta a velocidade da reação, destacando uma conexão direta entre esses conceitos.

No entanto, é possível verificar alguns conceitos que não possuem relação direta – hierárquica e conceitualmente – a exemplo da apresentada entre a *Energia de ativação* com *superfície de contato* e a *Energia de ativação* com *concentração de reagentes*, relação essa que necessita de explicação para continuidade de avaliação. Além disso, não foram apresentados os demais conceitos discutidos em sala de aula nem os termos que conectam os conceitos. Essa situação aponta que não houve entendimento dos conceitos e de sua definição.

Esse enfoque de análise foi realizado para todos os mapas conceituais produzidos pelos estudantes. Na Tabela 1, apresentamos a avaliação desses mapas, levando em conta o estabelecimento de relações com significados conceituais e de relações entre os conectores.

Tabela 1 – Relação dos mapas conceituais

CATEGORIAS	Mapas conceituais produzidos pelos estudantes									
	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	MC7	MC8	MC9	MC10
Quantidade de Conceitos utilizados	18	18	19	18	18	12	5	18	17	9
MCs com relações de significados e <u>com</u> conectores identificados	X				X					

MCs com relações de significados e com <u>alguns</u> conectores identificados		X	X	X				X	
MCs com relações de significados <u>sem</u> identificação nos conectores						X			X

Fonte: Os autores (2023).

No que se refere aos MCs com relações de significados e conectores identificados, apenas o MC1 e o MC5 apresentaram tais características. De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980), para que o indivíduo estabeleça essas relações, é necessário que ele possua uma base de conhecimentos prévios relevantes e organizados que permitam a integração significativa de novas informações. Ao elaborarem um mapa conceitual com relações de significados e conectores identificados, os alunos demonstraram compreensão dos conceitos de cinética química. Isso sugere que sua estrutura cognitiva – conhecimento – estava em um processo de organização coerente com os conceitos trabalhados em sala de aula.

Além disso, os alunos mostraram habilidades de análise e síntese ao identificarem as principais conexões entre os conceitos e ao representá-las visualmente no mapa conceitual. Essa capacidade de identificar os conectores apropriados evidencia uma compreensão das relações entre os conceitos e uma habilidade em expressá-las na escrita da representação bidimensional de um mapa conceitual.

Outra característica dos alunos que elaboraram esses mapas conceituais com relações de significados e conectores identificados é a aplicação dos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa (Moreira, 2022). Essas características estão alinhadas com os princípios da aprendizagem significativa propostos por Ausubel, Novak e Hanesian (1980). Os alunos demonstraram compreensão do tema, capacidade de análise das relações entre conceitos, aplicação adequada de conectores e organização coerente dos conceitos no mapa conceitual.

Por outro lado, observamos que os alunos que elaboraram mapas conceituais com *relações de significados e alguns conectores identificados* (MC2, MC3, MC4 e MC8) possivelmente não entenderam os conceitos apresentados ou não conseguiram assimilar os conhecimentos prévios discutidos e apresentados em sala de aula. A análise de seus mapas conceituais revela tanto relações coerentes quanto incoerentes, indicando possíveis dificuldades em expressar ou representar adequadamente as conexões entre os conceitos (Novak, 2000).

Isso pode ser resultado da falta de familiaridade com os conectores apropriados, de limitações na habilidade de representação visual, na compreensão ou no entendimento do

conceito. De modo geral, é sempre importante que os alunos expliquem seus mapas em sala de aula para que o professor compreenda melhor as relações estabelecidas.

Os alunos que elaboraram mapas conceituais *com relações de significados sem identificação nos conectores* (MC6, MC9 e MC10), por sua vez, parecem enfrentar dificuldades na representação visual ou na expressão das relações entre os conceitos. A falta de identificação dos conectores pode indicar dificuldades em selecionar os termos apropriados para expressar as relações de maneira clara e coerente. Conforme Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a identificação e a representação adequada dos conectores são essenciais para facilitar a diferenciação progressiva, permitindo uma organização mais clara das relações entre os conceitos de cinética química.

O grupo de alunos responsável pelo MC7 desenvolveu um mapa conceitual superficial, o que pode ser atribuído à falta de motivação. Segundo Ausubel (1980), a motivação desempenha um papel fundamental no engajamento dos alunos nas atividades educacionais, influenciando diretamente em sua disposição para explorar e compreender os conceitos (Ausubel, 1980). Quando os alunos estão pouco motivados, é comum que não se dediquem plenamente à construção do mapa conceitual, o que resulta em um trabalho com menos conexões e relações significativas entre os conceitos. Isso pode comprometer a qualidade da aprendizagem, uma vez que a profundidade da compreensão está diretamente relacionada ao grau de engajamento e ao interesse dos alunos na atividade proposta.

As categorias com maior número de mapas conceituais, como *MC com relações de significados e com alguns conectores identificados* (quatro mapas) e *MC com relações de significados e com conectores identificados* (dois mapas), indicam um esforço dos alunos em estabelecer conexões entre os conceitos a partir das atividades realizadas. Esses mapas conceituais apresentam uma estrutura organizada, em que os termos são relacionados de forma conceitual, e os conectores identificados ajudam a mostrar as interações entre eles. Isso está alinhado com Ausubel (1980), que defende que a aprendizagem é relevante quando os novos conceitos são ancorados aos já conhecidos, e quando as relações entre os conceitos são claramente definidas.

Na Tabela 2, apresentamos informações a respeito da quantidade de conceitos entregues, conceitos utilizados e relações coerentes de conceitos nos mapas conceituais elaborados por alunos. Analisando essa tabela à luz da teoria ausubeliana, podemos propor uma discussão acerca dos resultados e seu significado em termos de aprendizagem significativa.

Tabela 2 – Organização dos mapas conceituais.

CATEGORIAS	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	MC7	MC8	MC9	MC10
Total de conceitos entregues	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Conceitos utilizados	18	18	19	18	18	12	5	18	17	9
Relações <u>coerentes</u> de conceitos	15	12	18	17	18	11	2	13	12	8
Organizou hierarquicamente	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não

Fonte: Os autores (2023).

Como pode ser observado na Tabela 2, a quantidade de conceitos utilizados pelos grupos foi variada, embora todos tenham recebido uma mesma quantidade. A maioria dos mapas (MC1, MC2, MC3, MC4, MC5 e MC8) utilizou entre 17 e 19 conceitos, indicando um determinado nível de afinidade com os conceitos de cinética química. No entanto, MC6, MC9 e MC10 apresentaram uma variação entre 8 e 12 conceitos, e MC07 utilizou apenas cinco.

As relações coerentes entre conceitos são um indicador relevante para a verificação da aprendizagem, conforme Ausubel (1980). Os MC1, MC3, MC4 e MC05 apresentaram um alto número de relações coerentes (15, 18, 17 e 18, respectivamente), sugerindo que esses alunos conseguiram integrar novos conceitos aos seus conhecimentos prévios. Os MC2, MC6, MC8, MC9 e MC10, por sua vez, apresentaram uma quantidade moderada de relações coerentes (12, 11, 13, 12 e 9, respectivamente), indicando uma compreensão razoável, mas com algumas lacunas ou inconsistências. Já o MC7, com apenas duas relações coerentes, mostrou-se significativamente superficial, o que pode indicar uma falta de motivação, compreensão inadequada ou dificuldades em conectar os conceitos de maneira significativa.

O alto uso de conceitos e a criação de relações coerentes em MC1, MC3, MC4 e MC5 indicam um expressivo nível de engajamento e motivação para a atividade. Esses alunos parecem ter uma boa base de conhecimentos prévios, o que facilitou a integração de novos conceitos.

Os alunos que utilizaram menos conceitos ou que apresentaram menos relações coerentes (MC2, MC6, MC8, MC9 e MC10) deram indícios de dificuldades na compreensão ou na integração dos novos conceitos. Isso pode ser resultado de uma base de conhecimentos prévios menos sólida ou de dificuldades na identificação de relações significativas. O MC7, com o menor número de conceitos utilizados e de relações coerentes, sugere uma superficialidade na abordagem do grupo.

A análise dos mapas conceituais indica que a maioria dos alunos conseguiu estabelecer relações significativas entre os conceitos fornecidos. Essas informações podem ser utilizadas para identificar áreas em que os alunos precisam de suporte adicional e para ajustar as

estratégias de ensino visando promover uma aprendizagem mais significativa para todos os alunos.

Por outro lado, as categorias com menor número de mapas conceituais, como *MC com relações de significados sem identificação nos conectores* (dois mapas) e *MC superficiais* (um mapa), podem indicar uma dificuldade dos alunos em estabelecer conexões claras entre os conceitos ou em identificar as relações entre eles. Isso pode resultar em mapas conceituais com pouco aprofundamento, nos quais os conceitos são listados sem uma organização hierárquica definida ou sem uma explicação detalhada das interações entre eles.

A análise dos mapas conceituais produzidos pelos alunos revela diferentes níveis de compreensão e organização dos conceitos de cinética química. Os mapas categorizados como *MC com relações de significados e com conectores identificados* e *MC com relações de significados e com alguns conectores identificados* demonstram uma clara estruturação dos conceitos, com conexões coerentes entre eles. Esses resultados são fundamentais para compreender como os estudantes assimilam e representam o conhecimento químico, utilizando ferramentas visuais como os mapas conceituais.

A atividade proposta, que envolveu a construção e análise de mapas conceituais, mostrou-se essencial para a promoção da aprendizagem significativa, conforme Ausubel (1980). Ao solicitar que os alunos organizassem e relacionassem conceitos de cinética química, a atividade incentivou a reflexão sobre o conteúdo e permitiu que os discentes identificassem e corrigissem possíveis lacunas em seu entendimento. Além disso, a atividade proporcionou uma avaliação diagnóstica eficiente para o professor, auxiliando na identificação de áreas que necessitam de reforço ou revisão. Dessa forma, a proposta não apenas facilitou a aprendizagem dos alunos, mas também aprimorou o processo de ensino.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise dos mapas conceituais elaborados pelos alunos, foi possível atender ao objetivo de identificar as dificuldades de aprendizagem e compreender como os alunos organizam e relacionam os conceitos estudados em Química.

Alunos que utilizaram um maior número de conceitos e estabeleceram mais relações coerentes demonstraram uma melhor integração dos novos conhecimentos com seus conhecimentos prévios. Em contrapartida, os mapas conceituais com menos conceitos e relações coerentes revelaram dificuldades específicas de compreensão e integração que permitiram a identificação de áreas que necessitam de maior atenção e suporte pedagógico.

Ausubel (1980) enfatiza que a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações são integradas de forma coerente aos conhecimentos prévios. Isso se reflete na quantidade e na coerência das relações conceituais estabelecidas nos mapas.

No entanto, uma única sequência didática e o curto tempo de intervenção apresentados nesta pesquisa não possibilitam afirmar que os alunos tiveram aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa possui estreita relação com o tempo de retenção da informação, ou seja, seria necessária nova intervenção para averiguar se os alunos mantêm os conhecimentos assimilados. Além disso, para que a aprendizagem significativa seja identificada, seria necessária a elaboração de uma nova avaliação, diferente da atividade realizada, e que exigisse a resolução de um problema com os mesmos conceitos abordados.

Estudantes que criaram mapas conceituais com muitas relações coerentes (MC1, MC3, MC4 e MC5) demonstraram compreensão e boa organização cognitiva dos novos conceitos. Por outro lado, mapas com menos relações coerentes (MC2, MC6, MC8, MC9 e MC10) indicaram uma integração parcial, enquanto o MC7 apontou para uma compreensão superficial.

Para futuras pesquisas, é pertinente investigar estratégias específicas para fortalecer a base de conhecimentos prévios e melhorar a motivação dos alunos. A atividade realizada, seguindo as etapas de definição do conteúdo curricular, a elaboração e realização de aulas expositivas e experimentais, e a elaboração dos mapas conceituais mostram que é possível promover a compreensão dos conceitos de cinética química por meio de atividades experimentais.

Os mapas conceituais permitem que tanto professores quanto alunos visualizem as conexões entre diferentes conceitos químicos. Isso facilita a compreensão de como os conceitos se inter-relacionam, promovendo uma visão integrada do conhecimento químico.

A adoção de mapas conceituais na docência em Química oferece uma abordagem poderosa para melhorar a compreensão e o engajamento dos alunos.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. E.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

FIN, J. G.; UHMANN, R. I. M. Reações químicas no ensino de química: compreensões por meio da experimentação. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 9, n. 3, p. 128-139, 2021.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIORDAN, M. O papel da Experimentação no ensino de Ciências. *Revista Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, 1999.

GOMES, A. D. T.; SOUSA, E. J. O planejamento da solução de um problema prático sobre cinética química. *Revista Sobre Tudo*, v. 14, n. 2, p. 135-157, 2023.

LIMA, V. A.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais no ensino de química: reflexões de um grupo de professores a partir do tema eletroquímica. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. Barcelona: Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 2005.

LOPES, E.; PASTORIO, D.; RAMOS, M. Tendências de pesquisa sobre Experimentação na Educação em Ciências: um estudo exploratório. *Revista Insignare Scientia*, v. 7, n. 1, p. 41-62, 2024.

LUNAS, R. M.; PEREIRA, A. S. Caminhada Ecológica: potencialidades para uma abordagem crítica da Educação Ambiental na Educação Básica. *Revista Insignare Scientia*, v. 5, n. 2, p. 413-434, 2022.

MONTEIRO, P. C.; SANTIN FILHO, O.; RODRIGUES, M. A. Atividades investigativas: um estudo vivenciado por licenciandos em Química. *REnCiMa*, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 1-19, 2023.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. *Revista Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 474-479, 1980.

MOREIRA, C. A. *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa*. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2022.

NOVAK, J. D. *Aprender, criar e utilizar o conhecimento*. Mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas. Lisboa: Plátano Universitária. 252p. Tradução para o português do original Learning, creating, and using knowledge. Concept maps as facilitating tools in schools and corporations, 2000.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução de Learning how to learn (1994). Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1996.

OLIVEIRA, M. M. Como fazer pesquisa qualitativa. 3. ed. revisada e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

PEREIRA, C. L. N. *História da ciência e a experimentação no ensino de química orgânica* (Dissertação de Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2008.

PEREIRA, A. S.; PIRES, D. X. Uma proposta teórica-experimental de sequência didática sobre interações intermoleculares no ensino de Química, utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e corantes de urucum. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, p. 385-413, 2012.

PEREIRA, A. S.; CARVALHO, W. L. P. Avaliação de Ciclo de Vida de Produtos como Temática Sociocientífica na Formação de Professores de Química como Intelectuais Transformadores. *Ciência & Educação*, v. 26, n. e20065, p. 1-17, 2020.

PEREIRA, J. G. N.; SAMPAIO, C. G. A Experimentação no Ensino de Química Durante a Educação Básica no Brasil: Reflexões de uma Revisão da Literatura. *Revista Debates Em Ensino De Química*, v. 8, n. 3, 319-337, 2022.

SANTOS, J. M. T.; ROSA, E. A.; SCHIPANSKI, M.; GOMES, E. C.; BARABACH, M. Condensador de liebig para experimentação alternativa e de baixo custo. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, v. 7, n. 2, 2005.

SANTOS, W. L. P.; PORTO, P. A. A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química. *Revista Química Nova*, v. 36, n. 10, p. 1570-1576, 2013.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Revista Química Nova*, v. 25, Supl. 1, p. 14-24, 2002.

OLIVEIRA, F. S.; PEREIRA, A. S. Abordagem PLACTS na promoção de discussões no contexto da problemática hidrológica de alagamentos no ensino de ciências. *Revista Cocar*, n. 23, 2024.

SILVEIRA, F. A.; VASCONCELOS, A. K. P. Uma revisão sistemática da literatura da inter-relação entre experimentação e aprendizagem significativa no ensino da química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 22, n. 3, p. 484-507, 2023.

VITURINO, J. P.; PEREIRA, A. S.; ASSIS, A. O uso de indicadores naturais para abordar a experimentação investigativa problematizadora em aulas de Química. *Educação Química em Punto de Vista*, v. 1, p. 135-148, 2017.

SOBRE OS AUTORES

Ademir de Souza Pereira é Pós-Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), Doutor em Educação para a Ciência pela Universidade Federal Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e Licenciado em Química pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Docente do Curso de Licenciatura em Química e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

Email: ademirpereira@ufgd.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3635-7349>

Antônio Costa Neto é Licenciado em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC), mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal da Grande Dourados; doutorando pela RENOEN.

Email: acn.quim@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5347-9068>

Recebido em 24 de novembro de 2023

Aprovado em 08 de julho de 2024

Publicado em 29 de agosto de 2024