

MOBILIZANDO OS CONTEÚDOS ATITUDINAIS, CONCEITUAIS E PROCEDIMENTAIS NO ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA POR MEIO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS

MOBILIZING ATTITUDINAL, PROCEDURAL, AND CONCEPTUAL CONTENTS IN TEACHING CHEMICAL KINETICS THROUGH DIGITAL TECHNOLOGIES

Daniel Alexandre Afonso  

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

✉ daniel.a.afonso@hotmail.com

Arlison Silva  

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

✉ prof.arilsonsilva@gmail.com

Everton Bedin  

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

✉ bedin.everton@gmail.com

RESUMO: Este artigo, recorte de uma Dissertação, busca apresentar e analisar uma sequência de atividades para o ensino de Cinética Química que visa o desenvolvimento dos conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais por meio da utilização das tecnologias digitais. Metodologicamente, o estudo de natureza básica e procedimento participante com abordagem qualitativa, foi realizado com 20 alunos do curso de formação de docentes integrado de um colégio estadual no Estado do Paraná. As atividades foram desenvolvidas em oito aulas e foram baseadas na análise descritiva-analítica das informações coletadas pelo pesquisador no diário de bordo. Os resultados, interpretados de forma construtiva-indutiva, mostram que os alunos participaram ativamente do trabalho colaborativo e que os recursos tecnológicos, como simuladores, vídeos e QRcodes, foram fundamentais para a mobilização dos conhecimentos atitudinais, procedimentais e conceituais em Cinética Química. Como limitações, aponta-se o tamanho da amostra, a forma única de constituição de dados e o momento de aplicação da pesquisa.

PALAVRAS-CHAVE: Cinética Química. Recursos Tecnológicos. Ensino Colaborativo. Ensino de Química.

ABSTRACT: This article, an excerpt from a Dissertation, aims to present and analyze a sequence of activities for teaching Chemical Kinetics that aims to develop attitudinal, procedural, and conceptual content through the use of digital technologies. Methodologically, the basic nature study and participant procedure with a qualitative approach were conducted with 20 students from a teacher training course integrated into a state school in the state of Paraná. The activities were developed in eight classes and were based on the descriptive-analytical analysis of information collected by the researcher in the logbook. The results, interpreted in a constructive-inductive manner, show that the students actively participated in collaborative work and that technological resources, such as simulators, videos, and QRcodes, were fundamental to mobilizing attitudinal, procedural, and conceptual knowledge in Chemical Kinetics. Limitations include the sample size, the unique way of data collection, and the timing of the research application.

KEY WORDS: Chemical Kinetics. Technological Resources. Collaborative teaching. Teaching Chemistry.

Principais Ideias

A Cinética Química constitui-se como um ramo da Físico-Química, que tem como objetivo investigar a taxa de ocorrência das reações químicas e os fatores que afetam esse processo.

Embora seja uma área de estudo fundamental e relevante para a compreensão do mundo real, o ensino dessa temática pode ser considerado desafiador para os alunos, devido à sua natureza que envolve conceitos científicos e fórmulas químicas, os quais requerem cálculos matemáticos. Dessa forma, é de suma importância promover um ensino colaborativo que faça uso de diversas metodologias e recursos tecnológicos, visando auxiliar os alunos na compreensão aprofundada do assunto. Nesse contexto, destaca-se o papel crucial do professor como mediador da aprendizagem, sendo necessário que ele adote estratégias dinâmicas que envolvam os estudantes, tais como jogos didáticos, experimentos, mapas conceituais, analogias, abordagens interdisciplinares e contextualização. A última estratégia mencionada ganha especial relevância, pois permite que o professor incorpore conceitos de grande relevância para a vida dos alunos, auxiliando-os a sentirem-se mais motivados e envolvidos com o processo de aprendizagem. A título de exemplo, é possível utilizar ações que ocorrem no organismo humano em resposta à administração de medicamentos, a taxa de combustão de determinadas substâncias e a velocidade de decomposição de alimentos, tanto em condições normais quanto na refrigeração. Com o intuito de tornar o ensino da Cinética Química mais efetivo, torna-se essencial que o professor utilize uma diversidade de estratégias e recursos a fim de conferir significado e engajamento aos alunos, permitindo-lhes uma melhor compreensão dos conceitos e sua aplicação prática em situações cotidianas.

A contextualização do ensino da Cinética Química assume importância crucial, uma vez que propicia ao aluno uma compreensão aprofundada sobre a relevância de fenômenos e fatos que ocorrem diariamente ao seu redor, fornecendo-lhe condições para a aplicação do conhecimento adquirido em suas ações, desenvolvendo assim a capacidade de compreender e transformar o mundo que o cerca. Tal abordagem facilita a compreensão dos aspectos químicos presentes em diversas situações do cotidiano. Além das estratégias mencionadas, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), quando aliadas à aprendizagem colaborativa, desempenham um papel igualmente relevante, uma vez que podem promover a atuação ativa e produtiva dos alunos, estimulando a reflexão crítica e o alcance de conclusões que dificilmente seriam alcançadas em uma abordagem individualizada. Com efeito, o pensamento de um aluno pode ser complementado pelo pensamento de outro, fato que aprimora as ideias e acelera o alcance dos objetivos propostos, especialmente quando se utilizam as múltiplas ferramentas disponíveis embasadas nas TDIC.

Considerando o exposto, pode-se afirmar, conforme salientado por Bedin e Del Pino (2016, p. 33), que as ferramentas tecnológicas promovem inúmeras mudanças tanto na dinâmica da sala de aula quanto na metodologia docente, proporcionando uma ampliação no acesso à informação. Tal fator desperta, frequentemente, o interesse e o desejo dos alunos em buscar conhecimento. Diante desse cenário, torna-se imperativo promover uma aprendizagem que propicie a aquisição de conhecimento, bem como uma educação que ofereça formas eficazes de ensino, explorando e estimulando o potencial de aprendizagem dos estudantes (Bedin & Del Pino, 2016, p. 33). Nessa perspectiva, acredita-se que o uso das TDIC pode auxiliar o professor na mobilização dos conteúdos atitudinais, conceituais e procedimentais da química, uma vez que tal abordagem permite uma análise questionadora e analítica de fatos, fenômenos e eventos, além de promover a formação de uma postura científica caracterizada por uma atitude crítica e reflexiva em relação à realidade, aos fatos e ao mundo, bem como pelo domínio de conteúdos atitudinais e procedimentais associados aos conhecimentos científicos, além dos conceituais (Guimarães & Falcomer, 2013).

No que se refere aos conteúdos atitudinais, as TDIC podem contribuir para a promoção de uma postura crítica e reflexiva por parte dos alunos. A utilização de simulações computacionais, por exemplo, permite que eles visualizem fenômenos químicos complexos, compreendam as interações entre moléculas e avaliem as implicações ambientais e sociais de determinados processos químicos. Ademais, o acesso a informações em tempo real por meio da internet

possibilita que os alunos desenvolvam uma consciência ampla sobre questões sociais, políticas e éticas relacionadas à química (da Silveira & Bedin, 2022). Nesse contexto, Zabala e Arnau (2010, p. 190) afirmam que o conteúdo atitudinal se refere à "forma de ser do indivíduo, cuja aprendizagem requer experiências reais que exijam ação para solucioná-las". Da mesma forma, Pozo e Crespo (2009) ressaltam a importância de refletir sobre situações cotidianas, visando formar cidadãos com valores e posturas diante do contexto científico. No que se refere aos conteúdos conceituais, as TDIC podem contribuir para a construção e consolidação do conhecimento químico por meio do uso de softwares de simulação e modelagem molecular, por exemplo, que auxiliam os alunos a compreender conceitos abstratos como ligações químicas e reatividade química. Além disso, a internet oferece uma ampla gama de ferramentas educacionais, como vídeos, tutoriais e *quizzes* interativos, que têm o potencial de auxiliar os alunos na consolidação de seus conhecimentos em diversas áreas da química, uma vez que os conteúdos conceituais são compreendidos como "a aprendizagem teórica que abrange conceitos e princípios e requer plena compreensão" (Zabala & Arnau, 2010, p. 190).

Em relação aos conteúdos procedimentais, as TDIC podem ser um recurso valioso para o desenvolvimento de habilidades práticas por parte dos alunos. Os softwares de laboratório virtual, por exemplo, podem auxiliá-los a adquirir habilidades técnicas, como a preparação de soluções e a realização de titulações. Além disso, o uso de aplicativos móveis pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas, análise de dados e interpretação de resultados (Bedin & de Almeida, 2021). Desse modo, "trabalhar os procedimentos significa, portanto, revelar a capacidade de executar, de agir de forma eficaz" (Coll & Valls, 1998, p. 77). Isso engloba ações como observação, diálogo, leitura e produção de textos, pesquisa bibliográfica, organização de dados em tabelas, gráficos e esquemas, além da formulação de perguntas e questionamentos (Xavier et al., 2017; Pozo & Crespo, 2009).

Para concluir, é possível afirmar que as TDIC podem ser um recurso de grande valor para mobilizar os conteúdos atitudinais, conceituais e procedimentais no contexto da química. Elas permitem aos alunos compreender conceitos abstratos, desenvolver habilidades práticas e construir uma postura crítica e reflexiva em relação aos fenômenos químicos. No entanto, é fundamental que a utilização dessas tecnologias seja integrada de maneira efetiva e consistente nas práticas educacionais, a fim de contribuir positivamente para a aprendizagem dos alunos. Desse modo, a incorporação das TDIC na sala de aula possibilita a apresentação ágil das informações aos alunos, conferindo dinamismo e ludicidade aos conteúdos abordados. Nessa perspectiva, o presente estudo tem um duplo objetivo: i) apresentar uma sequência de atividades sobre Cinética Química, utilizando as TDIC como meio de promover o desenvolvimento dos alunos nos aspectos atitudinais, conceituais e procedimentais; e ii) analisar a aplicação dessa sequência de atividades no ensino de Cinética Química, sob a perspectiva do professor.

Metodologia da Pesquisa

A pesquisa foi conduzida com 20 alunos de uma turma do curso de formação de professores integrado em um colégio estadual no estado do Paraná, sendo 18 do gênero feminino e 2 do gênero masculino. A sequência de atividades foi desenvolvida ao longo de 8 aulas, com duração de 50 minutos cada, e ocorreu nos meses de outubro e novembro de 2021. Durante esse período, os alunos retornaram ao formato de ensino totalmente presencial após um longo período de ensino remoto devido à pandemia da COVID-19. No decorrer da aplicação das atividades, os alunos foram orientados a trabalhar de forma colaborativa, permitindo que os pares se ajudassem mutuamente nas tarefas propostas na sequência de atividades.

O trabalho adotou uma natureza metodológica básica de procedimento participante, que, segundo Andrade (2002), tem como objetivo fornecer informações sobre o assunto em investigação, delimitar o tema de pesquisa e orientar o estabelecimento dos objetivos e

formulação de hipóteses. Portanto, esse tipo de pesquisa visa obter uma visão geral sobre um determinado assunto. Nesse sentido, o estudo adotou uma abordagem qualitativa indutiva, que, de acordo com Vieira e Zouain (2005), atribui importância fundamental aos depoimentos dos atores sociais envolvidos, aos discursos e aos significados transmitidos por eles; essa abordagem busca uma descrição detalhada dos fenômenos e elementos envolvidos.

Os dados foram constituídos por meio de observação e de registros em um diário de bordo, sendo cruzados com base nas atividades desenvolvidas ao longo das 8 aulas. A observação é um processo que envolve várias partes, como o objeto observado, o sujeito, as condições, os meios e o sistema de conhecimentos, a partir dos quais o objetivo da análise é formulado (Barton & Ascione, 1984). Além disso, de acordo com Danna e Matos (2006), durante a constituição de dados, informações visíveis e relevantes para a pesquisa são registradas em um diário de bordo, que captura os eventos por meio da escrita de códigos que podem ser interpretados e transformados em elementos fundamentais para a pesquisa. Martín e Porlán (1997) descrevem o diário de bordo como um guia de reflexão sobre a prática pedagógica, auxiliando o professor a tomar consciência de seu processo de evolução e de seus modelos de referência.

A apresentação e discussão dos dados ocorreram por aula, de modo que os dados coletados por meio das ferramentas são apresentados nos resultados e na discussão a partir do momento em que foram aplicados, considerando cada objetivo de ensino traçado no desenvolvimento da sequência de atividades. Para isso, foi realizada uma análise descritiva-analítica das informações coletadas, com foco principalmente nos dados observados e registrados ao longo do processo. Essa análise visa, em primeiro lugar, observar, delinear e descrever as características e elementos fundamentais de um determinado fenômeno, para, em um segundo momento, realizar uma análise mais aprofundada das informações obtidas, buscando explicar o contexto do fenômeno por meio de previsões e impressões (Rosenthal, 2014).

Resultados e Discussão

Nesta pesquisa foi desenvolvida uma sequência de atividades que possibilitou o desenvolvimento dos conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais no ensino de Cinética Química à luz das tecnologias digitais. Assim, apresenta-se detalhadamente a sequência de aulas, bem como os resultados obtidos à luz da observação do professor.

A aula 1 teve como título: *Velocidade de reações químicas: uma abordagem a partir do contexto*, cujo objetivo foi apresentar o conceito de velocidade de reação por meio de vídeos envolvendo reações lentas, rápidas e instantâneas, instigando no aluno o desenvolvimento de conteúdos conceituais e atitudinais. Para isso, no início da aula, foram realizados alguns questionamentos para verificar o que os alunos poderiam trazer à discussão a partir de suas realidades, questionando-os: 1. O que vocês lembram sobre reação química? 2. As reações ocorrem sempre da mesma forma? 3. As reações químicas são perigosas? 4. Reações químicas podem ocorrer no corpo humano? 5. As reações químicas ocorrem sempre na mesma velocidade?

Neste momento, alguns alunos se manifestaram respondendo: *“reação química ocorre com explosões”, “existem reações perigosas e outras não”*. Quanto às reações existentes no corpo humano, percebeu-se que eles tiveram dificuldades para relacioná-las. Assim, após o diálogo, foi realizada uma contextualização, possibilitando aos alunos uma participação ativa. Para isso, foram exibidos vídeos com exemplos de reações químicas: i) vídeo que exhibe a formação do petróleo (<https://www.youtube.com/watch?v=yhzvnpK7hPs>); ii) vídeo da queima do etanol (https://www.youtube.com/watch?v=g_ccp65fsZE); e, iii) vídeo que enfatiza a explosão do nitrato de amônio (NH_4NO_3) em Beirute (<https://www.youtube.com/watch?v=3N2AT1nhvoo>), ocorrida em agosto de 2020. Nesse instante, deixou-se um tempo para que os alunos pudessem se manifestar em relação aos vídeos apresentados. Alguns alunos comentaram: *“nossa, o petróleo precisa de muito tempo para ser formado”*; *“caramba, essa explosão no Líbano quebrou*

vários vidros pela cidade, devido à onda de choque provocada”. Estes momentos de participação dos alunos enriqueceram a interação professor-aluno e trouxeram pontos de vista que foram significativos para facilitar a aprendizagem dos demais alunos durante a aula.

Na sequência, foi explicado como ocorre a decomposição de princípios ativos de medicamentos no organismo humano (farmacocinética), lembrando a importância de seguir as recomendações médicas e os horários estipulados na receita, pois ela considera a velocidade que o fármaco leva para ser totalmente absorvido pelo organismo. Para isto, usou-se a reação de decomposição do princípio ativo do medicamento Sonrisal, como exemplo. A reação, colocada na lousa, foi explicada e enfatizada a partir de cada um dos produtos.



Neste instante, vários comentários relacionados ao uso de medicamentos e de drogas surgiram, dentre eles: “Vish, eu tomo remédio direto sem receita médica, principalmente para dor de cabeça”. Do mesmo modo, alguns questionaram: “então, usuários utilizam as drogas em intervalos cada vez menores porque o organismo se acostuma com essa substância?”, e, “então, o comprimido é um reagente e as substâncias que ele forma dentro do nosso organismo são os produtos?” Respondidas às questões apresentadas, percebeu-se que ficou clara a ideia de reagentes e de produtos dentro deste contexto.

Após a discussão em relação aos fármacos, dialogou-se sobre a aceleração da reação de amadurecimento de algumas frutas por meio do gás etileno, a fim de que o aluno pudesse refletir sobre a velocidade da reação. Um exemplo é a banana, que pode ter o seu processo de amadurecimento acelerado dentro de uma câmara com a temperatura controlada e uma determinada quantidade de gás etileno. Para dar sequência ao diálogo, foram realizados alguns apontamentos sobre alimentação:

- O ritmo da sociedade atual faz com que as pessoas se alimentem de forma muito rápida, fazendo com que os alimentos não sejam suficientemente triturados;
- A digestão começa na boca durante a mastigação e comer rapidamente nos leva a ingerir uma quantidade maior de alimentos, pois não há um tempo suficiente para que o cérebro entenda que a quantidade ingerida foi superior à necessária;
- Quanto maior o tempo de digestão, maior a chance de problemas como obesidade, liberação excessiva de gases, dores de cabeça, insônia e problemas digestivos.

Na sequência, com a utilização da lousa, foi lembrado que as reações ocorrem com a transformação dos reagentes em produtos e que estas podem ocorrer em diferentes intervalos de tempo. Para esta ação, foram utilizadas duas das reações presentes nos vídeos usados no início da aula.

- Queima do etanol: $1 \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{l}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- Explosão do nitrato de amônio: $1 \text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow 1 \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

No momento final da aula, surgiram alguns comentários, tais como: “Professor, essa ideia de mastigar mais vezes para ajudar a digestão dos alimentos faz todo o sentido, eu como muito rápido e muitas vezes fico indisposta”; e, “[...]queria muito ter mais tempo para cuidar da alimentação... várias vezes durante a semana tenho que almoçar em pé dentro do ônibus para não perder o horário do estágio”. Nestes comentários, percebe-se que alguns conteúdos atitudinais foram mobilizados, pois os alunos aprenderam que algumas atitudes são importantes para melhorar a qualidade de vida.

Em outra ocasião, abordou-se a temática da automedicação, a qual é prevalente no país e ao mesmo tempo representa um risco para a saúde. Foi ressaltado aos alunos que eles não devem se automedicar, mas buscar orientações adequadas junto a profissionais especializados na área. Nesse contexto, o professor apresentou um vídeo que explanava as possíveis consequências

negativas que a automedicação pode acarretar à saúde. No findar da aula, com base nos comentários observados, percebeu-se que a utilização dos vídeos fez com que os alunos entendessem de maneira mais clara a diferença entre reações lentas, rápidas e instantâneas, contribuindo, desta forma, como uma etapa importante no estudo da cinética química.

Nesse sentido, a aula proporcionou aos alunos a compreensão do conceito de velocidade de reação por meio de vídeos interativos, bem como o aprendizado dos componentes envolvidos em uma reação química. Além disso, a relação do conteúdo com situações cotidianas dos alunos, como alimentação e medicação, levou-os a repensar suas próprias ações e, possivelmente, agir de forma mais consciente. Dessa forma, foram adquiridos conhecimentos tanto atitudinais quanto conceituais, uma vez que as atitudes dos alunos, a partir dessa aula, podem influenciar a compreensão de um conceito químico e vice-versa, seja na tomada de decisão ou no compartilhamento científicos das informações adquiridas e dos saberes construídos nessa aula.

Na semana seguinte, foi ministrada a aula 2: *A teoria das colisões a partir de um simulador*, cujo objetivo foi apresentar a teoria de colisões, destacando como ocorre a transição entre reagentes e produtos numa reação química, explicando de que modo as colisões entre as moléculas podem ocorrer de forma mais favorável, a fim de acelerar a velocidade de uma reação, ressaltando-se o que ocorre com reagentes e produtos com o passar do tempo na reação. A aula foi iniciada com um questionamento aos alunos sobre como os reagentes se transformam em produtos. Neste momento, percebeu-se que eles não conseguiram elaborar uma ideia sobre como a transformação ocorre. A partir deste ponto, abordou-se os conteúdos iniciais sobre este tema, explicando a teoria das colisões e as condições para que ocorra uma colisão efetiva, considerando: i) Afinidade química entre os reagentes; ii) Contato entre as moléculas dos reagentes; iii) Choque efetivo; iv) Energia de ativação: energia mínima necessária para a formação do complexo ativado; e, v) Complexo ativado: estado intermediário entre reagentes e produtos, nele ocorrendo a ruptura de ligações e a reconexão dos átomos, formando, posteriormente, os produtos da reação.

Com o uso do simulador de reações do programa PhET da Universidade do Colorado (EUA), conforme mostrado na Figura 1, foram enfatizadas aos alunos as etapas que levam à formação dos produtos a partir dos reagentes. Para tanto, foi demonstrado, utilizando o gráfico do simulador, o caminho que corresponde à energia de ativação e o ponto em que ocorre a formação do complexo ativado. Neste momento, um aluno comparou o simulador com “carrinhos de bate-bate”, populares em parques de diversão, onde os referidos carrinhos seriam as moléculas chocando-se umas contra as outras. Outros alunos demonstraram ter maior clareza do processo de transformação de reagentes em produtos com expressões como: *“Que legal este simulador, deu pra entender bem melhor assim”* e *“Seria bom se todos os conteúdos tivessem este tipo de simulador”*.

Nesse sentido, entende-se a necessidade da utilização e da apropriação das TDIC, porque elas trazem formas de os alunos visualizarem os conteúdos, baseadas em recursos audiovisuais que proporcionam riqueza de detalhes, envolvendo cores e movimentação. Nesse cunho, Bedin e de Almeida (2021, p. 3) reforçam que “as estratégias didáticas que abordam uma perspectiva tecnológica são favoráveis à qualificação da aprendizagem do aluno”, visto que o sujeito “se encontra imerso nessa realidade e as ferramentas tecnológicas para o ensino são recursos a serem utilizados de forma autêntica e momentânea”.

Figura 1: Simulador do PhET e QRcode Utilizado



Fonte: Dados da Pesquisa.

Em seguida, foi solicitado aos alunos para que se reunissem em duplas e entregou-se um QRcode impresso (Figura 1), a fim de que eles pudessem acessar duas questões que foram utilizadas como exemplos para a observação da energia de ativação e do complexo ativado de reações em gráficos. Após determinado tempo, iniciou-se a correção das questões apresentadas, instigando os sujeitos a observarem e interpretarem os dados presentes. Como resultado, percebeu-se que os alunos gostaram bastante de poder acessar as questões através do QRcode, pois na visão deles perde-se muito tempo copiando as questões da lousa. Assim sendo, ainda, reforça-se o intuito dessa aula em relação ao conteúdo conceitual, pois ao longo dela foi possível, diante da inserção das tecnologias, despertar o interesse dos alunos numa visão científica. Ou seja, eles demonstraram, por meio de comentários, que entenderam os conceitos a partir do conteúdo procedimental no uso do software, como a teoria de colisões, a energia de ativação e a formação de complexo ativado.

Ao término da aula, constata-se que o objetivo foi alcançado, uma vez que os alunos adquiriram conhecimento acerca da teoria de colisão e do processo que acelera a velocidade de uma reação química. Esses avanços foram possíveis devido aos procedimentos realizados utilizando o simulador PhET, bem como à interação e à socialização em sala de aula. Dessa forma, a mobilização dos conteúdos conceituais e procedimentais revelou-se fundamental para uma compreensão abrangente da aula, uma vez que a combinação desses dois tipos de conteúdo é crucial para o desenvolvimento de habilidades práticas e teóricas. A utilização do simulador possibilitou a retomada de conceitos pré-existentes, oportunizando o entendimento de um novo conceito, o que pode levar à criação de novos procedimentos experimentais, potencializando a aprendizagem em meio ao saber e o saber-fazer.

Na aula 3, trabalhou-se o *cálculo da velocidade de uma reação*, cujos objetivos foram demonstrar como a velocidade de uma reação pode ser calculada, levando em consideração a variação da quantidade da espécie química pela variação do tempo, e realizar a interpretação de tabelas e de gráficos para o cálculo da velocidade de formação de produtos ou de decomposição de reagentes, enfatizando as diferentes unidades de medida que podem ser utilizadas dependendo da situação apresentada. Ao iniciar a aula, foi abordada a ideia de velocidade no sentido investigativo, perguntando aos alunos informações preliminares sobre o tema. Esta abordagem foi realizada a partir dos seguintes questionamentos: 1. O que vocês entendem por velocidade de reação? e 2. A velocidade de uma reação química pode ser prevista e/ou calculada?

Quanto ao questionamento sobre a velocidade de reações, muitos alunos associaram com os conceitos da Física, onde a distância percorrida é relacionada com o tempo para chegar à velocidade. Quanto à previsão de valores de velocidade, a maioria dos alunos demonstrou dificuldades para explicar o que poderia ser relacionado ao tempo. A partir das respostas, relembrou-se os vídeos trabalhados durante a primeira aula, na qual foram abordadas as

questões de formação do petróleo, da queima do etanol e da explosão ocorrida em Beirute, a fim de fundamentar a discussão, momento no qual se comentou sobre as unidades utilizadas para o cálculo da velocidade, relacionadas à quantidade, como mol, $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, gramas, quilogramas etc. Após a discussão, foi apresentado o conceito de velocidade de uma reação química, considerando a variação da quantidade de uma espécie química pela variação do tempo, e explicou-se sobre as diferentes unidades de medida que podem ser utilizadas para calcular a velocidade de uma reação.

Em seguida, foi solicitado aos alunos para que se reunissem (Figura 2) em duplas e, para cada aluno, foi disponibilizado um QRcode impresso (Figura 2), para que acessassem as questões que foram utilizadas como exemplos no cálculo da velocidade de reações.

Figura 2: Alunos acessando as questões pelo QRcode disponibilizado e QRcode



Fonte: Dados da Pesquisa.

Na sequência, foi apresentado o procedimento de como resolver as questões, buscando, a todo o momento, a participação dos alunos para os próximos passos da correção. Não diferente da aula passada, a forma de acesso às questões chamou a atenção dos alunos, que em pouco tempo tinham os enunciados na tela do celular e não precisaram ficar anotando as questões da lousa. Esse processo foi importante para os alunos trabalharem em dupla, vivenciando um momento de aprendizagem colaborativa. Assim, reiteram-se os conteúdos desenvolvidos durante a aula, quando se envolvem os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Ou seja, no início da aula foi apresentado o conteúdo conceitual, explicitando como se pode calcular a velocidade de uma reação, considerando as unidades de medida mais utilizadas. Após, os alunos se reuniram em duplas para praticar, por meio de relações atitudinais, as atividades propostas. No campo procedimental, os sujeitos interpretaram os enunciados e as tabelas presentes nas questões para, enfim, chegar à uma conclusão para os problemas apresentadas.

Nesse âmbito, a partir de Bedin (2021, p. 991), entende-se que “as ações pedagógicas estão centradas na potencialização do processo de aprender a partir de uma perspectiva de atuação discente”, o que possibilita promover uma aprendizagem caracterizada “nas ações conceituais (saber), procedimentais (saber-fazer) e atitudinais (saber-ser)”, propiciando “ao aluno um entendimento de ciência por diferentes ângulos, moldando-se a partir da investigação, da experimentação e da explicação” (Bedin & de Almeida, 2021, p. 6). Após a exemplificação, utilizou-se o aplicativo de comunicação *WhatsApp* para enviar um questionário contendo 4 questões que envolviam os conceitos trabalhados. A resolução deste questionário foi realizada de forma colaborativa em dupla e em sala de aula.

A utilização do *WhatsApp* para o acesso às informações, como lista de exercícios, fez com que os alunos elogiassem bastante a abordagem. Um aluno disse: “*Até que enfim, podemos usar o Whats também para nos auxiliar nas aulas*”, outro complementou: “*Podemos salvar os arquivos e acessar na hora que precisarmos*”. O questionário pode ser obtido por meio do Link:

<https://drive.google.com/file/d/1rJ9c1MHVX-cYNb3o0BVLx6RObRXCbAAK/view>. Logo, entende-se que o uso de TD no intento de promover os diferentes conteúdos na aula foi expressamente significativo e necessário, pois além de os alunos utilizarem materiais próprios do dia a dia, neste caso o aparelho celular, tiveram a chance de socializar e interagir em duplas na busca por caminhos mais curtos para o desenvolvimento de conhecimentos científicos.

A maneira como a aula foi concebida e planejada, possibilitou a consecução do objetivo proposto, em que os alunos desenvolveram conhecimentos científicos acerca da velocidade de uma reação química e realizaram cálculos envolvendo diferentes unidades de medida. Essas ações foram viabilizadas por meio do trabalho colaborativo entre os alunos e da mediação do professor durante a aula e na aplicação do questionário. Dessa forma, a mobilização dos conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais foi alcançada por meio do envolvimento ativo dos alunos no processo de aprendizagem, da aplicação prática dos conhecimentos adquiridos e da interação entre os colegas e o professor. Esse enfoque integrado permitiu uma abordagem abrangente e enriquecedora, proporcionando aos alunos uma experiência completa e significativa em relação à velocidade de uma reação química. Logo, pode-se inferir que as atividades foram fundamentais para o êxito da aula no que diz respeito à formação crítica, social e científica dos alunos.

A aula 4, com o título: *A velocidade média de uma reação*, objetivou relacionar a estequiometria da equação química com a velocidade média e, a partir dessa, calcular a velocidade de decomposição ou de formação de todas as espécies químicas envolvidas em determinado processo. Iniciou-se a aula retomando com os alunos, o conceito de balanceamento de equações, no qual exemplificou-se, a partir das reações trabalhadas na primeira aula, como a estequiometria da reação influencia o cálculo da velocidade de qualquer espécie envolvida no processo. Nesse campo, trabalhou-se a seguinte questão:

Considerando uma reação genérica: $aA + bB \rightarrow cC + dD$

Tem-se que:

$$V_m = \frac{V_{mA}}{a} = \frac{V_{mB}}{b} = \frac{V_{mC}}{c} = \frac{V_{mD}}{d}$$

A velocidade média de cada participante da reação dividido pelo seu respectivo coeficiente estequiométrico é igual à velocidade da reação. Logo, considerando a equação que representa a queima do etanol: $1 C_2H_6O(l) + 3 O_2(g) \rightarrow 2 CO_2(g) + 3 H_2O(l)$, tem-se:

$$V_m = - \frac{V_m C_2H_6O(l)}{1} = - \frac{V_m O_2(g)}{3} = \frac{V_m CO_2(g)}{2} = \frac{V_m H_2O(l)}{3}$$

Na sequência, utilizou-se o App *WhatsApp* para enviar dois exemplos de atividades que envolvem os conceitos trabalhados aos alunos (Exemplos disponíveis no formulário no Link: https://drive.google.com/file/d/1yRKiqRkjonZXQdoUa_c0IE1tZttDFNvb/view?usp=sharing.)

A resolução destes exemplos foi feita de forma colaborativa em sala de aula. A opção por formar duplas nestas atividades decorre do fato de que alguns alunos estavam sem o celular ou sem bateria em seus aparelhos e também porque se sabe que as atividades em grupos estimulam a colaboração, auxiliando no processo de aprendizagem. Além disso, como o objetivo da aula era desenvolver conteúdos atitudinais, acredita-se que a colaboração possa fazer com que os alunos superem seus limites, aliando as suas competências e habilidades com as de outros alunos.

Posteriormente aos exemplos, bem como à discussão em relação aos mesmos, os alunos se reuniram em trios e, então, aplicou-se um questionário interativo no formato quiz, utilizando a

plataforma Quizizz, acesso em: <https://quizizz.com/admin/quiz/5fca4a06a03a08001bea57d0>. Nesta atividade, foram trabalhados os conceitos estudados nas aulas 01, 02, 03 e 04, nas quais os alunos realizaram a atividade nos computadores do laboratório de informática da escola, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Alunos respondendo as atividades do Quiz



Fonte: Dados da Pesquisa.

Destaca-se a importância da utilização e da apropriação das tecnologias em sala de aula, uma vez que elas proporcionam a mobilização dos conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais. Durante a atividade em que os alunos trabalharam em duplas, houve a troca de informações, a aprendizagem colaborativa, a cooperação mútua e o desenvolvimento de habilidades sociais. Esse processo foi enriquecido com informações científicas, que foram aprimoradas à medida que os alunos utilizavam as tecnologias digitais para aprender. Ao final da atividade, a maioria dos alunos elogiou a interatividade das perguntas e a motivação gerada pelas atividades com quiz em sala de aula. No entanto, alguns alunos manifestaram que o tempo disponibilizado para responder cada questão, fixado em 2 minutos, poderia ter sido maior, expressando essa queixa.

Todavia, como principal ponto positivo, há a necessidade de reforçar que o uso das TD para aprender, essencialmente por meio de um quiz, foi significativo, visto que os alunos aprenderam ciência jogando. Ou seja, durante a aula foi possível averiguar a partir da observação que os alunos ficaram mais engajados na atividade e puderam vencer os obstáculos de aprendizagem dos conteúdos propostos. Ademais, ao término da aula, foi informado aos alunos que na próxima aula iria-se utilizar um App desenvolvido pelo professor, o qual tem informações importantes sobre o novo conteúdo e foi elaborado em uma plataforma Android; logo, os smartphones com o sistema IOS (Apple) não o suportariam. Além disso, foi enviado via WhatsApp o arquivo para que os alunos pudessem baixar o aplicativo, assim como foram informados que devido à falta de suporte de alguns aparelhos, o acompanhamento da atividade poderia ser realizado em grupos. O App “**Alterando a Velocidade de Reações**” pode ser baixado acessando o Link: <https://drive.google.com/file/d/1Lzf8kjog7jQaaqxk8B4pcEb7uuYZ2d7a/view?usp=sharing> e executando o programa.

Essa aula propiciou aos alunos uma revisão acerca do balanceamento de equações químicas, um conhecimento fundamental para a realização de cálculos estequiométricos que contribuem para o cálculo da velocidade média das substâncias envolvidas na reação. A utilização do Quiz como ferramenta para a resolução de questões, juntamente com o trabalho colaborativo, desempenhou um papel crucial no processo de aprendizado dos alunos. Essas abordagens não apenas permitiram que os alunos compreendessem os conceitos científicos relacionados aos temas da cinética química, mas também os auxiliaram no desenvolvimento de atitudes e procedimentos necessários para a resolução de problemas.

Fatores que alteram a velocidade de uma reação química foi o tema da aula 5, cujo objetivo fica explícito no título da mesma, pretendendo também enfatizar os conceitos referentes a cada

situação apresentada e a visualização de questões sobre o conteúdo demonstrado. Para tanto, ao iniciar a aula, realizou-se alguns questionamentos aos alunos: 1. De que maneira uma reação química pode ser controlada (inibida ou acelerada)? Comentou-se sobre o surgimento da geladeira no ano de 1910, e como que as pessoas conservavam os alimentos anteriormente; 2. Por que algumas pessoas deixam a massa do pão caseiro coberta sob o sol antes de ser colocada no forno para assar? Foi conversado sobre o efeito do aumento da temperatura na massa do pão; e, 3. Qual a diferença entre medicamentos que são vendidos em forma de comprimidos e em solução? Foi enfatizado a diferença de tempo entre as doses de medicamentos em comprimido e em solução.

Essa dinâmica de questionamento e promoção da aprendizagem pelo diálogo foi eficaz, porque por meio dela foi possível desenvolver as ideias básicas dos conteúdos conceituais e possibilitar a mobilização do conteúdo atitudinal na relação com o outro, seja pelo momento da escuta ou pela espera do momento da fala. Em seguida, foi solicitado para que os alunos se reunissem em grupos de 2 a 3 integrantes, conforme mostrado na Figura 4, sendo necessário que pelo menos um integrante do grupo tivesse o App inventor 2 for Android (Figura 4) instalado em seu Smartphone. Foi indicado aos alunos que abrissem o aplicativo “Alterando a Velocidade de Reações” e visualizassem todas as informações que a tela inicial apresentava. Após, se explanou sobre as funcionalidades do App e se solicitou aos alunos que clicassem no botão “Energia de Ativação e Complexo Ativado”, a fim de que pudessem visualizar os conceitos e o gráfico que ilustra o caminho energético, bem como o complexo ativado de uma reação química. Após a leitura, foi explicado como a redução da energia de ativação diminui o tempo em que a reação se processa.

Figura 4: Telas do App inventor 2 for Android e Alunos desenvolvendo a atividade



Fonte: Dados da Pesquisa.

Na sequência, solicitou-se para que os alunos clicassem no botão “Temperatura”, a fim de que pudessem visualizar o conceito e o experimento químico envolvendo dois comprimidos efervescentes (*Sonrisal*®), os quais são adicionados simultaneamente em copos separados, um deles contendo água quente e o outro contendo água fria. Neste instante, surgiram manifestações positivas no sentido de elogiar a interação do conteúdo teórico com um vídeo contendo um experimento prático. Além disso, demonstrou-se quimicamente a reação de decomposição do comprimido na lousa ($2 \text{NaHCO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CO}_2 (\text{g})$), explanando-se a teoria de colisões para a explicação, essencialmente o motivo da diferença da velocidade nos dois processos. Ainda, os alunos clicaram no botão “Concentração” para visualizar o conceito e o experimento sobre. Neste experimento, foram utilizados dois recipientes contendo o mesmo volume de água em uma mesma temperatura. Aos recipientes, adicionou-se, separadamente e simultaneamente, metade de um comprimido e um quarto do mesmo

comprimido efervescente. Em seguida, utilizou-se a reação demonstrada, já presente na lousa, para explicar o motivo da diferença de velocidade da reação nos dois casos.

Posteriormente, os alunos clicaram no botão “Superfície de Contato”, e visualizaram o conceito e o experimento, em que são utilizados dois comprimidos efervescentes, sendo um inteiro e outro triturado, acrescentados simultaneamente à dois recipientes contendo água na mesma temperatura. Discutiu-se os conceitos envolvidos referentes ao aumento da área superficial, relacionado ao aumento da velocidade da reação. Na sequência, foi pedido aos alunos que clicassem no botão “Pressão”, a fim de que pudessem visualizar o conceito e o experimento da plataforma PhET: “Balões e empuxo”, envolvendo o aumento de colisões efetivas entre moléculas gasosas após o aumento da pressão, e a conseqüente redução do volume reacional. Nesse momento, os alunos foram instigados a explanarem as suas observações, sendo que um aluno comentou “*com a ajuda do simulador, consegui entender melhor a ligação entre pressão e temperatura*” e outra falou “*é por isso que quando apertamos muito um balão ele estoura*”.

Posteriormente à discussão sobre a pressão, para finalizar a influência externa sobre a velocidade de reações, foi solicitado aos alunos para que clicassem no botão “Catalisador”, e visualizassem o conceito e um exemplo de aplicação deste. Aqui, os alunos construíram conhecimento de que os catalisadores são substâncias que não participam da estrutura dos reagentes nem dos produtos, e que são regenerados após o processo. Após discussão, foi citado o uso dos catalisadores automotivos e a sua importância para a redução de gases poluentes, como o monóxido de carbono (CO) e óxidos de nitrogênio (NOx), instigando os alunos a pensarem e dialogarem sobre a questão da chuva ácida. Nesse momento, dois alunos se manifestaram a respeito do tema chuva ácida. O primeiro disse “*tivemos uma aula de geografia em que o professor nos disse que a chuva ácida é muito prejudicial para a agricultura, que destrói plantações*” e o outro questionou “*é verdade que os peixes podem morrer com a chuva ácida?*” Assim, o professor informou que o excesso de acidez na água da chuva pode reduzir o valor do pH da água de rios e lagoas, trazendo conseqüências para a vida aquática.

No decorrer da aula, observou-se a interatividade entre os alunos que compartilharam o aparelho smartphone. Em vários momentos, os alunos estiveram discutindo ideias sobre os experimentos e sobre a utilização de aplicativos. Acredita-se que o fator *novidade* tenha sido muito importante para os alunos nesta etapa da atividade, pois muitos nunca haviam utilizado este aparelho para atividades pedagógicas em sala de aula. Os conceitos foram desenvolvidos com mais fluidez e interatividade entre professor-aluno e aluno-aluno. Solicitou-se aos alunos, como tarefa de casa, que realizassem as questões presentes no aplicativo para a próxima aula, e que fizessem download do App “**Lei da velocidade**”, acessando o Link: <https://drive.google.com/file/d/1GaxPrLo1V14vUAWHOYzkcrbuW4tgPHPx/view?usp=sharing> e executando o programa.

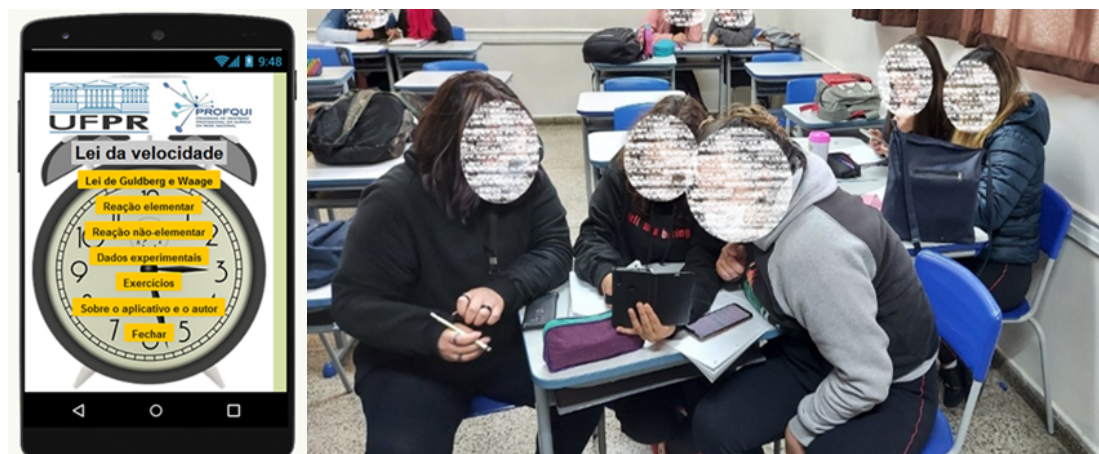
A aula abrangeu os conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais. O uso do App Inventor 2 for Android permitiu aos alunos explorar e compreender os conceitos e fatores que influenciam a velocidade de reações químicas. O trabalho colaborativo estimulou a construção de atitudes positivas e a importância da interação na construção do conhecimento científico. A abordagem também desenvolveu habilidades práticas, permitindo aos alunos aplicar e manipular os conhecimentos científicos. Essa aula promoveu uma compreensão teórica dos princípios químicos envolvidos na cinética química e proporcionou o desenvolvimento de competências procedimentais essenciais para a exploração desse tema.

A aula 6, intitulada: *Investigação! Quem influencia na velocidade de uma reação química!*, visou explicar que as reações podem ocorrer em mais de uma etapa, e possibilitar ao aluno a compreensão sobre a determinação da velocidade da reação e descrever que cada reagente apresenta uma influência diferente para a velocidade da reação. Para isso, iniciou-se a aula lembrando os alunos sobre os conceitos de reação química, enfatizando a existência dos

reagentes e dos produtos, corrigindo-se os exercícios da aula passada, dando-se ênfase aos fatores que alteram a velocidade de uma reação. Nesse momento, percebeu-se que a maior parte dos alunos compreendeu os conceitos apresentados na aula passada com comentários do tipo: “achei bem tranquilo a resolução destas atividades” e “foram bem fáceis de fazer”.

Posteriormente, foi solicitado que os alunos se reunissem em grupos (Figura 5) e que cada grupo tivesse pelo menos um smartphone com sistema Android para a utilização do App. Pediu-se, então, para que os alunos abrissem o aplicativo “Lei da velocidade” (Figura 5) e que fossem visualizadas as informações que a tela inicial apresentava. Requisitou-se para que os alunos clicassem no botão “Lei de Gulberg e Waage”, para demonstrar como que a expressão da Lei da Velocidade deve ser construída a partir da equação química. Explicou-se, também, o motivo de substâncias no estado sólido não serem representadas na expressão de velocidade. Posteriormente, os alunos clicaram no botão “Reação Elementar”, e visualizaram o conceito e os gráficos que ilustram como uma reação elementar ocorre, onde se informou que nestes casos os coeficientes relativos aos reagentes são as respectivas ordens da reação, reforçando-se estes dados na lousa.

Figura 5: Telas do App Lei da velocidade e Alunas desenvolvendo a atividade



Fonte: Dados da Pesquisa.

Na sequência, pediu-se aos alunos para clicar no botão “Reação Não Elementar”, para visualizar o conceito e os gráficos que representam uma reação desta natureza, informando-os que a etapa determinante para a velocidade da reação é sempre a etapa lenta. Aqui, novamente, esses dados foram reforçados na lousa. Posteriormente, foi solicitado aos alunos que clicassem no botão “Dados Experimentais”, a fim de que pudessem visualizar as informações sobre a expressão da Lei da Velocidade. Após, explanou-se sobre a diferença que os reagentes podem apresentar em uma reação, considerando que alguns são irrelevantes e outros são essenciais para a velocidade com que o processo irá ocorrer. Tal ação foi desenvolvida na lousa por meio da reação química de formação da amônia: $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightarrow 2 NH_3(g)$.

Após o término da explicação teórica, foi pedido para que os alunos acessassem os exercícios presentes no App e os realizassem até a próxima aula. Ainda, disponibilizou-se um guia para criação de mapa conceitual via link: <https://www.youtube.com/watch?v=F54SWctP7-E>. Este vídeo foi disponibilizado via grupo de *WhatsApp*, a fim de que os alunos pudessem assistir ao vídeo em casa e se prepararem para uma atividade na aula seguinte. Portanto, a aula foi importante para que os alunos aprendessem colaborativamente por meio das tecnologias. Ou seja, ao utilizarem o App desenvolvido, os alunos tiveram mais uma opção para aprender os conceitos da Lei da Velocidade, configurando-se em mais um recurso para a construção de conhecimentos em Cinética Química (conteúdo conceitual). O reforço apresentado na lousa, na

resolução dos exemplos e das atividades, foi importante para a compreensão do processo de fixação do raciocínio (conteúdo procedimental). Outra importante situação apresentada foi novamente a interação entre os pares (conteúdo atitudinal), pois os alunos conversavam o tempo todo sobre o aplicativo, sobre as suas funcionalidades e como esta experiência estava sendo válida para minimizar as dificuldades de compreensão científica.

O objetivo da aula era explicar que uma reação química não ocorre necessariamente em uma única etapa e esse fato foi possível a partir da construção do conteúdo conceitual com a utilização do App Lei da Velocidade. A partir dessa atividade, os alunos tiveram a compreensão da ordem de reagentes e de reações (conteúdo procedimental) e, por fim, o trabalho colaborativo (conteúdo atitudinal) possibilitou um bom desempenho das atividades propostas, nas quais a construção do conhecimento ocorreu por intermédio de sujeitos cooperativos. Afinal, o trabalho colaborativo proporcionou aos alunos a oportunidade de compartilhar ideias e opiniões, promovendo a construção de atitudes positivas, como o respeito, a cooperação e a abertura para o diálogo.

A aula 7, onde se visou estimular os alunos na produção de um mapa conceitual envolvendo os conteúdos de Cinética Química apresentados durante o desenvolvimento da sequência de aulas, foi intitulada *Criando um mapa conceitual e exercitando os conteúdos: uma avaliação construtiva!* No início da aula, os alunos foram instigados a se reunirem em grupos como na aula anterior, e que abrissem o App para a correção das questões apresentadas no mesmo. Nesse momento, foi possível perceber que alguns alunos apresentaram um pouco de dificuldade nos cálculos e, conseqüentemente, de entender a resolução das questões envolvendo a expressão da Lei da velocidade. Para tanto, foi necessário dispender um tempo maior para uma breve revisão sobre a matemática básica, principalmente potenciação, para que as dúvidas fossem sanadas.

Após a resolução das atividades, perguntou-se aos alunos se eles conheciam alguma forma prática para associar os conceitos importantes de determinado conteúdo. Neste instante, como já havia sido passado o vídeo sobre mapas conceituais, muitos alunos citaram a ferramenta como forma de organizar conceitos e ideias de uma determinada área. Uma dúvida recorrente neste momento foi a diferença entre mapa conceitual e mapa mental; logo, foi feita uma breve explanação sobre o assunto, esclarecendo os alunos sobre a utilização de mapas conceituais como recurso didático que ajuda na organização e na significação das informações.

Posteriormente, foi comentado sobre o vídeo sugerido na aula anterior, que os alunos assistiram em casa, informando-os que o mapa conceitual pode ser construído a partir de *softwares* como o *Lucidchart*, *Powerpoint*, *Google Slides*, *Canva*, dentre outros, ou mesmo criado em uma folha de papel sulfite/cartolina. Reforçou-se, ainda, que no mapa conceitual vale muito a criatividade e que, inserindo corretamente os conceitos, não existe um modelo mais certo ou errado. Aqui, junto aos alunos, foi iniciado um mapa conceitual utilizando um *software*, para que eles pudessem perceber na prática a ligação entre os conceitos e os mecanismos de ligação. Assim, em duplas ou trios, os alunos construíram um mapa conceitual colaborativo que apresentava os conceitos sobre Cinética Química estudados. Os alunos realizaram a confecção do mapa conceitual no laboratório de informática da escola, no entanto, devido à problemas técnicos, o tempo de aula não foi suficiente e eles finalizaram a atividade em casa.

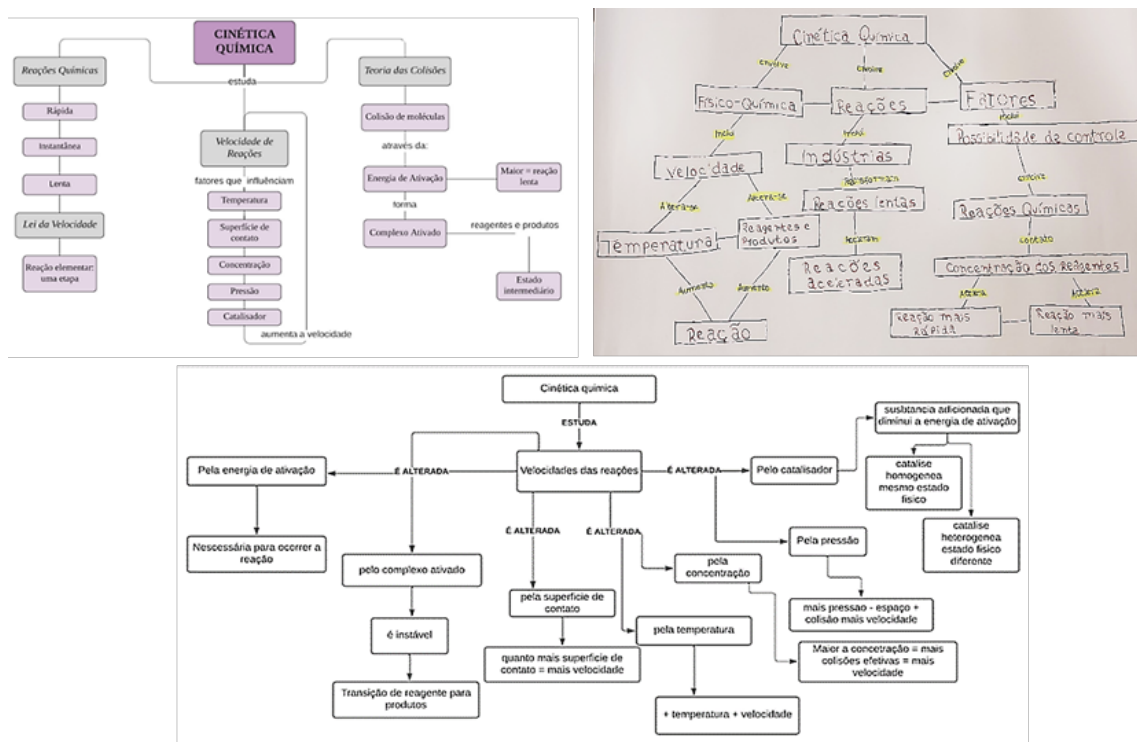
Combinou-se com os alunos para que eles entregassem os mapas conceituais dois dias antes da próxima aula, para que o professor pudesse fazer as observações e na aula seguinte dar um *feedback* sobre o trabalho desenvolvido. Essa aula foi significativa ao combinar conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais por meio da utilização e apropriação de tecnologias. A inserção de um vídeo como recurso tecnológico na sala de aula permitiu a explanação sobre a criação de mapas conceituais usando plataformas digitais acessíveis. Os alunos organizaram os conteúdos conceituais, previamente abordados nas aulas, em diferentes formatos nos mapas conceituais desenvolvidos. Além disso, o conteúdo procedimental desempenhou um papel

importante na criação dos mapas, estimulando a criatividade dos alunos e levando-os a refletir sobre o processo e a conexão entre os elementos conceituais. A colaboração entre as duplas e trios de alunos evidenciou o conteúdo atitudinal, visto que eles compartilharam ideias constantemente para selecionar os conceitos a serem incluídos e determinar a melhor maneira de organizá-los no mapa conceitual em construção.

A aula instigou os alunos a produzirem mapas conceituais em colaboração, em duplas ou trios (atitudinais), com relação ao conteúdo e conceitos desenvolvidos nas aulas anteriores (conceituais), e o vídeo juntamente com a demonstração da construção (procedimental) possibilitou aos alunos um maior conhecimento de como elaborar a atividade.

Para o fechamento, na aula 8, intitulada *Diminuindo a velocidade e observando, pelo retrovisor, a aprendizagem desenvolvida*, buscou-se avaliar os processos de ensino e aprendizagem por meio de um Quiz. Assim, ao iniciar a aula, foi dado pelo professor o *feedback* em relação aos mapas conceituais realizados pelos alunos na aula anterior, possibilitando uma discussão sobre as potencialidades deles. Nesse momento, foi enfatizado que os mapas conceituais foram criativos e diferentes uns dos outros, já que eles abordavam diversos conceitos trabalhados até então e demonstravam uma boa clareza de informações. Alguns detalhes foram comentados pelo professor no quesito de formatação e layout dos mapas, que deveriam ser observados por alguns alunos que desenvolveram mapas com textos muito longos, cujo procedimento foi comentado porque destoavam da ideia inicial, conforme Figura 6.

Figura 6: Mapas conceituais desenvolvido pelos alunos



Fonte: Dados da Pesquisa.

Ao se observar os mapas conceituais acima, percebe-se que os alunos souberam articular conceitos de Cinética Química através de conexões assertivas e de uma estrutura bastante fluida e de fácil visualização. Nos trabalhos foi possível notar habilidades desenvolvidas através das orientações do professor em sala de aula, assim como do vídeo sugerido sobre a criação de mapas conceituais. A maior parte dos mapas desenvolvidos foi realizado através de meios digitais, mas outros alunos preferiram realizar em cartolinas.

Ademais, foi solicitado aos alunos para que se reunissem em grupos e, então, aplicou-se um questionário interativo no formato quiz, utilizando a plataforma Quizizz (<https://quizizz.com/admin/quiz/5fc794b0912fc2001bd27337>). Nesta atividade, trabalharam-se os conceitos estudados em toda a sequência anterior e os alunos puderam realizar a atividade no próprio smartphone. Após a finalização da atividade, foram resolvidas na lousa, de forma detalhada, as questões em que os alunos apresentaram maior grau de dificuldade.

Em síntese, pode-se afirmar que o fechamento foi importante na constituição científica dos alunos, bem como na percepção das suas aprendizagens, uma vez que se notou que eles desenvolveram competências suficientes para responder às questões do quiz com elevada assertividade. Quanto aos mapas conceituais, percebeu-se que diferentes habilidades foram desenvolvidas para a realização da atividade, vindo a compor uma amálgama de ações possíveis nesse ambiente de aprendizagem. A utilização derivada da apropriação das tecnologias durante a aplicação do produto educacional foi determinante para a aprendizagem dos alunos, visto que foi percebida uma maior participação dos sujeitos. Eles participaram ativamente na socialização em grupo, se apoiaram no sentido de superar as dificuldades, desenvolveram competências, atitudes e habilidades durante a construção do conhecimento científico numa perspectiva de aprendizagem ativa e colaborativa.

Por fim, a finalização da sequência de atividades culminou com a avaliação do processo de ensino e aprendizagem dos alunos a partir de um Quiz que envolvia questões relacionadas com as temáticas das aulas desenvolvidas anteriormente. Durante todo o processo, os alunos foram envolvidos em atividades relacionadas às tecnologias digitais, que auxiliaram na promoção das aulas de Cinética Química a partir de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Além disso, é imprescindível destacar a relevância da motivação e da atitude positiva dos estudantes em relação aos conteúdos de Cinética Química, fundamentais para uma adequada assimilação e aplicação dos conceitos conceituais e procedimentais. É crucial, também, reforçar a necessidade de os estudantes compreenderem como esses conteúdos se inter-relacionam para conseguir aplicá-los em situações reais, a fim de obter um maior entendimento da química, visando tomar decisões que impactam a sociedade.

Considerações Finais

Com o intuito de investigar as potencialidades de uma sequência de atividades para aprimorar o aprendizado dos alunos em Cinética Química, foram empregadas diferentes TDIC juntamente com recursos e práticas didáticas. Especialmente, a utilização de aplicativos para smartphones, desenvolvidos pelo pesquisador, mostrou-se eficiente em despertar o interesse dos alunos pelo conteúdo e aprimorar seu conhecimento sobre os conceitos de Cinética Química.

Os resultados apresentados e as observações em sala de aula indicam que os alunos tiveram uma interação intensa e que as atividades foram eficazes na mobilização de conteúdos. Os alunos relataram que as atividades foram divertidas, interessantes e estimularam a curiosidade, sendo de fácil compreensão, e a participação conjunta dos colegas intensificou o processo de aprendizado. A organização das aulas contemplou a mobilização de conteúdos que envolveram ações de saber, saber-fazer e saber-ser, tanto por meio do uso de ferramentas tecnológicas como por meio das estratégias de ensino adotadas, promovendo momentos de cooperação mútua entre os alunos e possibilitando a exploração satisfatória dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

A sequência de atividades que utilizou as TDIC foi bem recebida pelos alunos, uma vez que contribuiu para maximizar os processos de ensino e aprendizagem, promover a interação entre os pares e fortalecer o relacionamento com o professor. Considerando que o ensino de química frequentemente lida com objetos abstratos, o auxílio das TDIC se mostra muito relevante para proporcionar uma compreensão aprimorada dos conceitos. No entanto, é importante destacar

que esta pesquisa possui algumas limitações, como o tamanho da amostra restrito à única turma do curso de formação de docentes na escola, a coleta de dados baseada apenas na observação do pesquisador e o momento de aplicação da pesquisa, uma vez que os alunos estavam em processo de retomada pós-pandemia, o que exigiu a reconstrução dos laços afetivos e cognitivos com os demais colegas, os conteúdos e o processo de aprendizagem.

Referências

- Andrade, Maria M. (2002). *Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas*. 5. Ed. São Paulo: Atlas.
- Barton, Edward J., & Ascione, Felip R. (1984). Direct observation. *Child behavioral assessment: Principles and procedures*, 166-194.
- Bedin, Everton., & de Almeida, Caroline. M. M. (2021). Facebook Como Proposta Didático-Pedagógica Para A Emersão Dos Conteúdos Conceituais, Procedimentais E Atitudinais No Ensino De Química. *Revista Prática Docente*, 6(2), e057-e057. <http://doi.org/10.23926/RPD.2021.v6.n2.e057.id963>
- Bedin, Everton. (2021). Como ensinar química?. *Revista Diálogo Educacional*, 21(69), 985-1011. <http://dx.doi.org/10.7213/1981-416X.21.069.AO09>
- Bedin, Everton., & Del Pino, José C. (2016). Tecnologias no Ensino de Química: Uma Avaliação Neurocientífica para os Processos de Ensino e Aprendizagem. *Revista Debates em Ensino de Química*, 2(1), 31-40. Disponível em: <https://journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1276/1036>. Acesso em: 21 Abr. de 2022.
- Coll, César., & Valls, Enric. (1998). A aprendizagem e o ensino dos procedimentos. In: Coll, César., Pozo, Juan I., Sarabia, Barnabé., & Valls, Enric. *Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes*. Porto Alegre: Artmed.
- Danna, Marilda F., & Matos, Maria A. (2006). *Aprendendo a observar*. São Paulo: Edicon.
- Da Silveira, Willian P. O., & Bedin, Everton. (2022). Aprender pela pesquisa centrada no aluno: um movimento para desenvolver os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 5(1). <https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.12643>
- Guimarães, Eliane M., & Falcomer, Viviane A. (2013). Conteúdos atitudinais e procedimentais no ensino da metamorfose de borboletas. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 02292-2296. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtrap2292.pdf. Acesso em: 22 abr. de 2023.
- Martín, José., & Porlán, Rafael. (1997). El diario del profesor. *Un Recurso para la Investigación en el Aula*. Díada Editora.
- Pozo, Juan I., & Crespo, Miguel Á. G. (2009). A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.
- Rosenthal, Gabriele. (2014). *Pesquisa social interpretativa: uma introdução*. Edipucrs.
- Silva, Raquel T. D., Cursino, Ana. C. T., Aires, Joanez. A., & Guimarães, Orlinay M. (2009). Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção "experimentação no Ensino de Química" da revista Química Nova na Escola 2000-2008. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 11, 277-298. <https://doi.org/10.1590/1983-21172009110206>
- Vieira, Marcelo M. F., & Zouain, Deborah M. (2005). *Pesquisa qualitativa em administração: teoria e prática*. FGV.

Xavier, Rodrigo A., Arrais, Antonio A. M., Guimarães, Eliane M., Silva, Delano M. S., & Falcomer, Viviane A. S. (2017). Conteúdos procedimentais e atitudinais no ensino de ciências: uma revisão de literatura em publicações brasileiras (1998-2015). *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, 7(2). Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/4075>. Acesso em: 22 abr. de 2023.

Zabala, Antoni., & Arnau, Laia. (2015). *Como aprender e ensinar competências*. Penso Editora.