

ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA POR MEIO DE SIMULADORES VIRTUAIS

*Jonathan de Brito Brum
Cauê Torres de Oliveira Guedes Costa
Rose Mary Latini*

Introdução

Muitas são as dificuldades relacionadas ao ensino e aprendizado da química na escola básica. Dentre elas, podemos citar as que se relacionam com a necessidade de base matemática, conteúdos abstratos e métodos de ensino, o que acaba por constituir um desafio para alunos e professores (Silveira; Nunes; Soares, 2013).

No tocante aos conteúdos, é consenso que o conhecimento químico é construído pela combinação de três dimensões da realidade: a macroscópica – macro e tangível, sendo fenômeno observado através de algo concreto, real e manipulável como um experimento; a microscópica – molecular e invisível, onde ocorre a representação das estruturas envolvidas e suas interações; e por fim a simbólica e matemática, onde é realizado o tratamento do conceito formado através equações (Jonhstone, 2009).

A físico-química é uma área da química que possui alto grau de abstração devido a dependência de conceitos de outras áreas de conhecimento, também abstratas (matemática e física) e, quanto maior o grau de abstração, maiores são as dificuldades, visto que o aluno não tem ferramentas suficientes para a estruturação de um fenômeno que está distante de sua realidade. E, como em boa parte das vezes não temos acesso a algo concreto que favoreça a construção de conceitos científicos, podemos recorrer a diferentes recursos didáticos que possibilitem a compreensão destes fenômenos.

Segundo Chassot (1993), utilizamos desse artifício devido a uma falta de acesso ao fenômeno real. Sendo assim, acreditamos que os recursos didáticos que contribuem para diminuir a abstração dos conceitos e aumentar a compreensão de conceitos científicos têm potencial para reduzir as dificuldades de aprendizagem, como é o caso das estratégias que utilizam a experimentação, as atividades lúdicas e o vasto campo de recursos digitais, dentre outras.

De acordo com Galianzi e Gonçalves (2004), a experimentação além de favorecer a compreensão de conceitos contribui para o rompimento do dogmatismo da ciência, através do estímulo ao questionamento dos estudantes frente ao fenômeno. Tal conhecimento provém da troca de saberes entre os discentes mediados pelo professor e tendo o experimento como recurso

(Silva, 2017).

As atividades lúdicas também são ótimas para a troca entre os estudantes, visto que o lúdico como dinâmica de ensino e aprendizagem incentiva a busca por respostas. Um outro fator destacado é que as ferramentas lúdicas são agentes mobilizadores do ensino, tornando a química interessante e divertida de ser aprendida (Neto; Moradillo, 2015).

As possibilidades de uso de recursos digitais como ferramentas de ensino são inúmeras. Diversos aplicativos, vídeos, filmes, simuladores, etc. podem ser utilizados em sala de aula. O uso de simuladores virtuais; por exemplo; pode ser vinculado à prática educativa e trazer muitos benefícios, pois os discentes estão em contato direto com o mundo tecnológico. Indo além, os simuladores podem ser usados como demonstradores de transformações da matéria, utilizando símbolos de moléculas e estruturas (Machado, 2016), além de possibilitar, como atividade lúdica, a diversificação da metodologia de ensino, gerando uma aula mais dinâmica e favorecendo a compreensão dos conteúdos (Delizoicov, 2005).

No tocante às práticas de ensino, Chassot (2000) defende o diálogo entre o ensino de ciências e os saberes trazidos pelos estudantes na tentativa de não promover a dissociação entre ciência e sociedade e favorecer a

construção de conceitos científicos. Comenta ainda que as práticas educativas devem buscar esse diálogo pela observação e problematização da realidade. Utilizando tal dinâmica é possível traçar paralelos entre os conteúdos formais de ensino e os conhecimentos dos estudantes, tendo como objetivo promover a participação e provocar uma mudança de visão de como a química e outras ciências se relacionam com o mundo vivido (Chassot, 2006).

O aporte teórico da abordagem histórico-cultural de Vigotski apresenta contribuição para pensarmos a relação entre os conceitos espontâneos - construídos pelos estudantes no dia a dia, apropriado da cultura-; e os conceitos científicos. Para Vigotski (2003), a aprendizagem se inicia antes da criança entrar na escola, logo o trabalho escolar deve ser realizado em constante diálogo com o conhecimento trazido pelo estudante. Para Oliveira; Latini; Sban (2016),

[...] A escola promove um modo mais sofisticado de analisar e generalizar os elementos da realidade: o pensamento abstrato. As atividades sistematizadas realizadas a partir dos conceitos científicos (não espontâneos), aprendidos na escola, introduzem novos modos de operação intelectual: o pensamento abstrato. Isto gera novas formas de utilização da linguagem. (Oliveira; Latini; Sban (2016, p.65).

Neste contexto, entendemos que é na escola que os conceitos espontâneos se tornam mais complexo, isto é, se generalizam a partir do conceito científico. E a mediação do professor é primordial no estabelecimento de estratégias capazes de dar consciência aos sujeitos desses processos.

Acreditamos que tais possibilidades favorecem ainda aos estudantes participarem da cultura científica e tecnológica do nosso tempo. Como docente da escola básica, o primeiro autor deste estudo, a partir das experiências de sala de aula, questionou-se sobre o pouco interesse dos estudantes no aprendizado de Química e sobre o interesse destes jovens – e dele também enquanto discente – em atividades lúdicas, tais como jogos de videogame.

Paralelamente, dificuldades observadas no ensino-aprendizagem de conceitos da físico-química reforçaram a necessidade de elaboração de novas abordagens que pudessem aliar a linguagem tecnológica da realidade dos educandos à compreensão dos fenômenos químicos a serem estudados.

Neste estudo, temos por objetivo tecer reflexões teóricas sobre a contribuição do uso de simuladores virtuais no ensino aprendizagem de conceitos de cinética química, a partir do relato de aplicação de uma proposta de ensino que pretendeu articular conceitos espontâneos,

conceitos científicos e o uso de recursos tecnológicos.

A referida proposta foi aplicada em duas escolas da rede privada do município de Maricá/RJ, envolvendo estudantes dos anos finais do ensino médio. O simulador virtual utilizado foi SimuQuim¹. Trata-se do conjunto de dois simuladores virtuais, emulando o comportamento das moléculas nas reações químicas e a teoria das colisões.

Simuladores no ensino de química

Os alunos estão cada vez mais imersos nas tecnologias virtuais, o que torna o uso destes recursos uma boa estratégia para o ensino. Acredita-se que um dos principais motivos que sustentam esse fenômeno é a mudança na linguagem dos alunos, que hoje conversam entre si através da troca de imagens e vídeos presentes nas redes sociais (Brito; Geller, 2019).

Tendo em vista o grau de abstração dos conceitos científicos utilizados no ensino de química, o uso de

1 O SimuQuim foi desenvolvido em Python, podendo ser executado em Windows 64 bits e em sistema Debian 64 bits. O software encontra-se patenteado, registrado pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) com o número de processo BR512022000551-4. Está disponível para download no link: https://drive.google.com/drive/folders/13oORoACrIbRvZ3IK_MYskpLaR2WM-qNm

Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) pode apresentar soluções que diminuem a distância entre o estudante e o fenômeno estudado. Dentre as ferramentas audiovisuais, as simulações virtuais se destacam pelo potencial em auxiliar na diminuição do grau de abstração (Brito; Geller, 2019).

Segundo Souza, Assis, Travain (2021):

[...] Particularmente, o uso de simulações computacionais, no contexto escolar, é apoiado por possibilitar um ambiente interativo entre o aluno e o objeto de estudo, assim como entre os colegas de sala e o professor, tornando o aluno parte ativa do processo de ensino e aprendizagem, já que pode investigar hipóteses, obter respostas rápidas e potencializar habilidades e competências (Souza; Assis; Travain, 2021, p. 38).

Para Costa e Tavares (2019, p.52), “os softwares de simulação têm surgido como uma nova opção no ensino de química, visando substituir as representações pictóricas, esquemáticas e os modelos estáticos anteriormente utilizados”, proporcionando uma melhor compreensão conceitual. Além disso, os simuladores virtuais são vistos como uma possibilidade de substituir experimentos que dependem de laboratório físico – que na maioria das escolas brasileiras não é uma realidade – ao utilizarem “modelos computacionais que possibilitam representar ou modelar fenômenos e situações reais”.

(Brasileiro; Silva, 2015, p. 41)

O SIMUQUIM

Os simuladores virtuais de ensino apresentam, em sua maioria, uma interface gráfica simples e amigável e representam um sistema no qual um fenômeno é exibido. O usuário pode interagir com o sistema virtual, através de botões e desenhos interativos ao clique do mouse gerando uma resposta visual imediata, trazendo ao discente uma perspectiva mais concreta do fenômeno estudado.

SimuQuim: Físico-Química foi desenvolvido com o objetivo de ser utilizado como ferramenta educativa que auxilia na construção de conceitos referentes aos conteúdos de teorias das colisões, energia de ativação e fatores que alteram a velocidade de reações químicas.

Este é o conjunto de dois simuladores virtuais, que emulam o comportamento das moléculas nas reações químicas e da teoria das colisões. É constituído por três janelas conectadas que podem ser acessadas pelo usuário através de botões: a tela inicial, o simulador de reação e o simulador de colisão.

Na tela inicial, o usuário poderá abrir o simulador de colisões ou o simulador de reação química. Além disso

ele também terá um botão de sair que fechará o programa (Figura 1).

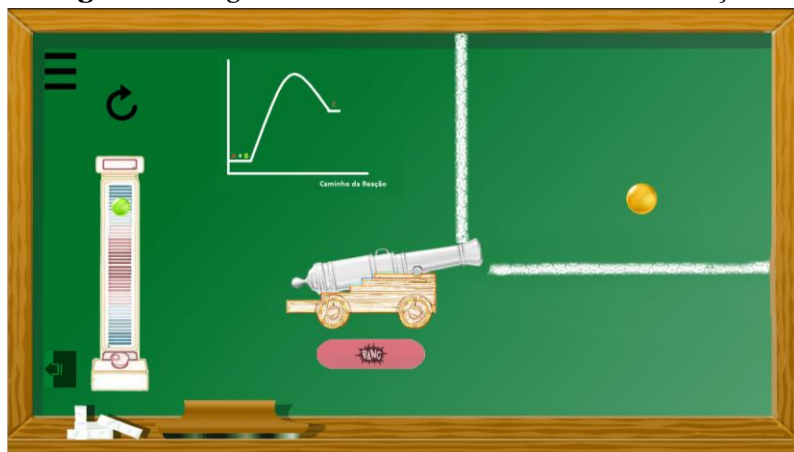
Figura 1: Imagem da tela inicial SimuQuim.



Fonte: Autor

O simulador de reação consiste em desafiar o usuário a provocar uma reação química. Permite explorar os conceitos de choque e velocidade de reação química e energia de ativação. A Figura 2, ilustra o estado inicial do simulador de reação.

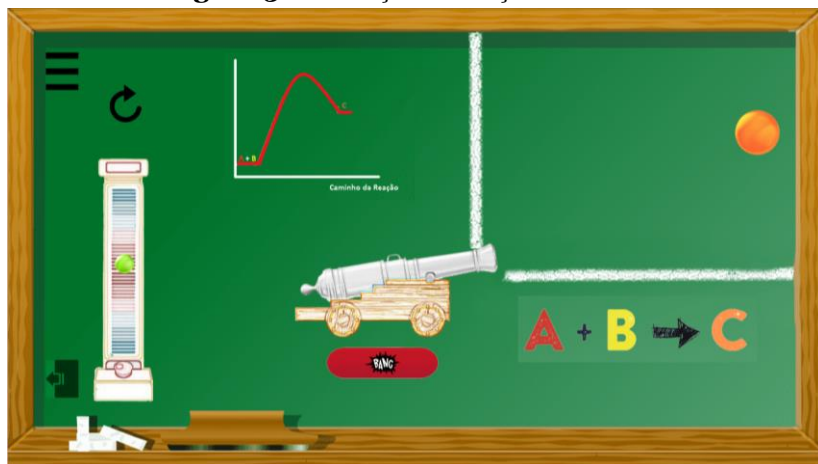
Figura 2: Imagem do estado inicial do simulador de reação



Fonte: Autor.

Podemos observar na Figura 2, um medidor de energia ao lado esquerdo e um botão vermelho abaixo do canhão. Este botão ao ser clicado dispara uma molécula pequena na direção da molécula parada. A depender do medidor de energia o choque pode ser efetivo, formando uma nova molécula – o que pode ser observado na Figura 3, ou não, quando as duas moléculas originais ficam passeando pelo espaço, que é ilustrado pela Figura 4.

Figura 3: Simulação da reação ocorrendo



Fonte: Autor

Figura 4: Simulação do caso de energia insuficiente para reação

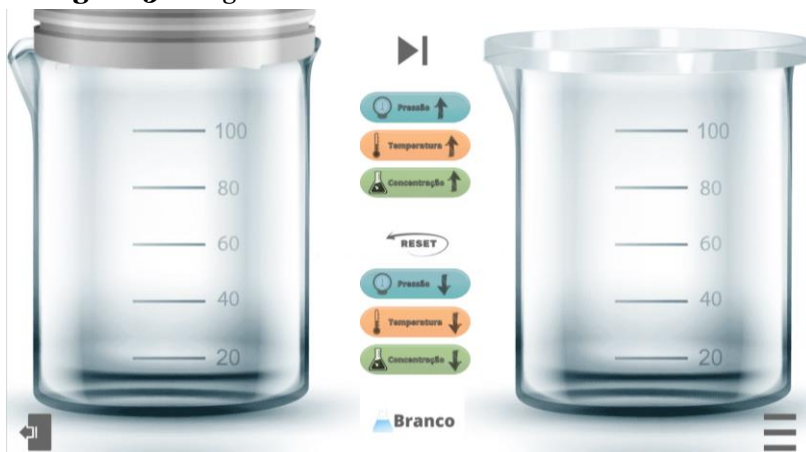


Fonte: Autor.

O simulador de colisões é composto pela representação de dois béqueres fechados, um com um pistão e outro com um vidro de relógio, e um conjunto de nove botões entre eles, que permitem alterar as variáveis concentração, temperatura e pressão do béquer da esquerda e estudar como estas influenciam as reações químicas. Além disso, é possível pausar e reiniciar a aplicação a qualquer momento, utilizando o botão play/pause localizado acima do botão de aumento da pressão, como ilustra a Figura 5.

Pode-se alterar parâmetros de temperatura, pressão do sistema com pistão mantendo o branco inalterado. Já para concentração é possível adicionar no máximo cinco moléculas do tipo A (azul escuro) e do tipo B (verde) no sistema principal, já no branco o máximo permitido são duas moléculas de cada um dos tipos citados. Há a possibilidade dessas moléculas reagirem formando moléculas C (azul claro). A Figura 6 apresenta um sistema no qual os parâmetros do sistema foram alterados. É possível observar a formação do produto C e a coloração avermelhada do bécher indica um aumento de temperatura.

Figura 5: Imagem do estado inicial do simulador de colisões.



Fonte: Autor.

Figura 6: Sistema com inserção de moléculas e com parâmetros alterados



Fonte: Autor.

Destaca-se que o simulador foi validado numa turma de nível superior da disciplina de Físico-Química V na Universidade Federal Fluminense, além de ter sido aplicado na escola básica.

Entendemos a construção de conceitos científicos como processo dialógico onde a mediação docente favorece o estudante a estabelecer relação entre diferentes conhecimentos, fazer observações, elaborar argumentações dentre outros. Neste sentido, destacamos que por mais que a utilização de simuladores, como recurso didático, possa proporcionar uma “exploração autodirigida” (Lima; Varello; Nascimento, 2012), o docente precisa estar ciente de que a ferramenta possui um papel secundário, sendo necessária a mediação docente na construção de conceitos científicos.

Encaminhamentos metodológicos

Este estudo se trata de uma pesquisa qualitativa através de um relato da experiência desenvolvida no ensino de Química na educação básica. Tomamos a observação participante como estratégia metodológica, por permitir acompanhar as experiências dos sujeitos participantes da pesquisa e também apreender os significados que os mesmos atribuem à realidade. Sendo, portanto, o ambiente natural uma fonte direta para coleta de dados (Kauark; Manhães; Medeiros, 2010).

Os sujeitos participantes são alunos pertencentes a dois diferentes cenários. O primeiro consiste em uma turma de 3ª série do ensino médio de uma escola de rede privada onde os conteúdos de química são vistos nas 1ª e 2ª séries enquanto na 3ª ocorre apenas uma revisão. Já o segundo cenário consiste em uma turma de preparatório para colégio militar com foco no concurso da Escola Preparatória de Cadetes do Exército (EsPCEEx) onde, apesar de o concurso ser para o 3ª série do ensino médio, são aceitos alunos de todo o ensino médio, de modo que a turma apresenta uma grande pluralidade, possuindo alunos que já abordaram o conteúdo e outros que ainda não o conheciam.

A aula foi estruturada utilizando os três momentos pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002), onde foram utilizados 2 tempos de aula em cada turma. Tomamos como problematização inicial a exposição de questões reais cotidianas que os alunos conhecem e que permeiam o tema da aula. Para organização do conhecimento procuramos articular o tema, questões discutidas no primeiro momento com conceitos teóricos. Por fim, a aplicação do conhecimento destinou-se à abordagem do conteúdo de modo a estimular o aluno a reinterpretar as situações cotidianas utilizando os conhecimentos adquiridos ao decorrer da aula.

O simulador de colisões foi projetado no quadro e

foram apontadas seus comandos, respostas e suas limitações. Em seguida os alunos assumiram o papel de auxiliares ao professor dando sugestões sobre como o software deve ser operado. Assim o software se torna um instrumento de interação (brinquedo), ou seja, um meio de interação externa entre indivíduos e, segundo Elkonin (2009), uma dinâmica social é (re)criada nesta atividade, colocando os alunos no papel de participantes ativos, mesmo que auxiliares, que estão observando um experimento.

Os conteúdos de cinética química abordados foram teoria das colisões, fatores que alteram a velocidade de uma reação (pressão, temperatura e concentração), energia de ativação, equilíbrio químico, catálise, entre outros. E, com o objetivo de favorecer a construção de conceitos de cinética química procuramos aproximar a Química de conceitos espontâneos dos estudantes e fazendo uso do simulador virtual SimuQuim.

Utilizamos as falas dos sujeitos envolvidos na prática educativa, professor e alunos/as, como dados, para a partir de uma análise interpretativa destas tecer reflexões sobre a contribuição do simulador virtual na compreensão de conceitos de cinética química.

O relato da experiência

Optamos por apresentar a experiência pelo relato do que foi realizado em cada uma das aulas buscando uma interlocução com o objetivo da pesquisa.

A problematização inicial se deu através de diálogo com os educandos sobre como eles identificam uma reação química e a velocidade de reações. Muenchen e Delizoicov (2014) afirmam que nesta etapa:

[...] apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém (Muenchen; Delizoicov, 2014. p. 620).

Quando questionados sobre exemplos do cotidiano, os alunos associaram as reações presentes no motor de um carro, explosão de uma granada, como também, a reação química presente nos airbags. Foi aberta uma rápida discussão sobre reações de combustão e sobre como a energia produzida pela reação é utilizada

pelos automóveis. Alguns alunos expuseram que por ser uma reação “quente” haveria um efeito de agitação molecular, estes complementaram que grande parte das reações com fluxo de calor seriam rápidas. Quando questionados sobre como o processo aconteceria este não souberam elaborar.

Como reações lentas foram citados exemplos como processo de oxidação, ferrugem, o processo de degradação de matéria orgânica entre outras. Destaca-se que apesar de os alunos conseguirem identificar diferentes fenômenos no cotidiano e relacionar com o tempo para que os mesmos aconteçam, eles não conseguiram descrever como tais reações ocorrem.

Para Vigotski (2003), conceitos científicos e cotidianos se relacionam e se influenciam mutuamente. De acordo com Oliveira *et al.* (2016),

Para o autor os conceitos cotidianos são aqueles construídos pela criança no seu dia a dia e que se generalizam, isto é, se tornam mais complexos, a partir do conceito científico. Usando um exemplo do próprio autor, quando a criança aprende a palavra “flor” e depois a palavra “rosa” ela usa as duas igualmente, sem distinção de significado, sem subordinar uma à outra. Somente quando o conceito “flor” se generaliza, a relação entre “flor” e “rosa” se modifica na mente da criança. Neste sentido, o significado dos conceitos

científicos se explicita na sua relação com os conceitos cotidianos e se definem a partir dele. (Oliveira *et al.*, 2016, p.166)

Dessa forma pode-se observar pelos relatos que, inicialmente, a problematização provocou a reflexão e identificação dos alunos sobre a velocidade dos diferentes processos do cotidiano, trazendo diversas exposições sobre o que estes acreditavam. Entretanto, a maior parte dos alunos não conseguiu responder o motivo pelo qual esses fenômenos possuem tempos diferentes.

É possível notar que esse desconhecimento, de como uma reação ocorre, deixou claro para os alunos que era necessário a aquisição de novos conhecimentos, alcançando assim o distanciamento crítico do estudante frente ao tema, sendo este o objetivo deste momento pedagógico (Muenchen; Delizoicov, 2014).

Iniciamos o segundo momento, organização do conhecimento, com uma revisão dos conceitos teóricos dos tópicos teoria das colisões e energia de ativação utilizando o simulador de reações.

Nesse momento, os educandos puderam interagir com o programa brevemente como auxiliares do professor para a observação do fenômeno. Em sequência, a aula teórica teve continuidade com os conceitos relacionados aos fatores que alteram a velocidade de reação.

No tópico de teoria das colisões alguns alunos fizeram associação entre os conceitos de força e velocidade com o choque efetivo, “moléculas com velocidades menores gerarão choques com menos força e dessa forma não será efetivo”, relato de uma estudante. Foi explicado que na química utilizamos o termo energia para melhor definir o sistema, introduzindo dessa forma o tema energia de ativação.

Para explorar o tema foi iniciado uma discussão sobre as colisões entre as moléculas de gás oxigênio (O_2) e gás nitrogênio (N_2) no ar atmosférico e o porquê de as colisões não gerarem produtos devido ao não alcance da energia mínima de choque. Houve o questionamento de onde surgem as energias que as moléculas possuem para que gerem ou não produto.

Para a explicação foram utilizados os conceitos de energia potencial, isto é, aquela que a molécula armazena em seu interior que pode vir a ser outro tipo de energia e energia cinética, sendo a energia do movimento. Utilizando as contribuições anteriores, que relacionavam a velocidade com o choque efetivo, foi explicado que quanto maior a velocidade maior será a energia cinética atribuída a cada molécula e assim maior a chance de alcançar a energia mínima.

Munchen e Delizoicov (2014, p. 620), afirmam que o segundo momento é: “o momento em que, sob a

orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados”. Apesar de ser um estudo sobre o ensino de física, pode ser utilizado para outros campos da ciência. Em síntese os alunos não apresentaram dúvidas quanto aos conceitos de teoria das colisões, tendo em vista que a explicação fez uma ligação entre as colisões que acontecem com frequência no mundo macroscópico, como o choque entre objetos. Porém, o conceito de energia de ativação gerou uma maior dificuldade nas turmas.

Acreditamos que tal dificuldade ocorra em grande parte devido ao maior grau de abstração do conceito. Pela classificação de Jonhstone (2009) é possível afirmar que os conceitos atrelados à energia de ativação ocupam uma classificação, majoritariamente, molecular e invisível, como também seria possível ocorrer a abordagem do ponto de vista matemático e simbólico, porém não foi o caso.

O uso do simulador de reações foi iniciado apresentando-se o que cada símbolo representava. Em sequência, o simulador foi utilizado de modo a representar como acontece uma reação química. Procurou-se, então, “acertar” o átomo A (vermelho) no átomo B (amarelo) com todas as energias possíveis e o professor foi destacando o quanto o gráfico de energia de ativação era preenchido a cada tentativa, até o momento

em que ele se completava e a reação acontecia. Alguns alunos se voluntariaram para utilizar o programa, estes acertaram sem dificuldade a medida suficiente para que a reação acontecesse.

Assim, foi retomado o exemplo das colisões não efetivas no ar atmosférico e os dois gráficos de energia insuficiente, isto é, aqueles que não alcançaram o mínimo necessário, foram aplicados ao exemplo e findou-se a discussão.

Uma aluna questionou duas mecânicas presentes no simulador e o quanto estas de fato estariam presentes na realidade. A primeira referente ao desenho do simulador, ela questionou como um choque efetivo seria realizado na realidade, tendo em vista que as moléculas não estão inscritas em um plano e sim “rodando uma em volta das outras”.

Para sanar o questionamento da aluna, foi explicado sobre outros fatores que também influenciam no choque efetivo, como a orientação de cada molécula e o ângulo do choque. A segunda referente ao movimento da molécula B (amarela), visto que esta não teria contribuição de energia. Foi explicado que essa é uma simplificação do programa e que isto não ocorre na realidade, porém caso a molécula vermelha tenha energia suficiente, esta seria suficiente para um choque efetivo.

Entendemos que a observação feita pela aluna foi favorecida pela simulação apresentada no software. Dificilmente, trabalhando no quadro-negro ou mesmo em outro sistema inscrito em um plano o estudante conseguiria perceber que a orientação da molécula e o ângulo de choque contribuem na efetivação de uma reação.

Nesse momento, ocorreu a primeira aplicação do conhecimento da aula. Segundo Muenchen e Delizoicov (2014) a aplicação do conhecimento consiste em:

[...] momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (Muenchen; Delizoicov, 2014. p. 620).

Ao utilizar o simulador de reações, os alunos foram também induzidos a interpretar a dinâmica do software através dos conceitos elaborados anteriormente, com a retomada dos exemplos utilizados, os alunos conseguiram realizar uma ligação entre o que estavam vendo, isto é, o gráfico e o choque entre as moléculas; e o conceito científico.

Ainda foi possível comparar o estado da turma

antes da aplicação do simulador e após. Como descrito anteriormente, a turma de modo geral encontrou dificuldades nos conceitos de energia de ativação, salvo algumas exceções, porém, após a aplicação do simulador de reação, a maior parte afirmou que conseguia descrever como uma reação acontece e alguns justificaram que esta acontece através de uma colisão com energia suficiente.

Em relação a aplicação do simulador de colisões, terceiro e último momento, antes da sua utilização foi realizado um diálogo sobre os fatores que alteram a velocidade de uma reação. Os alunos expuseram de uma maneira geral que os fatores concentração e temperatura são os mais intuitivos, relacionando a energia do calor à energia do choque efetivo, como também, o número de objetos de um sistema está muito relacionado ao número de colisões, sendo que apenas alguns objetos colidiriam pouco e vice-versa.

Em sequência foi explicado em detalhes a função de cada ferramenta do simulador, como também o que cada símbolo significava. A variação na concentração e na temperatura foram os primeiros a serem explorados pelos alunos no simulador. Alguns alunos se voluntariaram para a utilização do simulador sendo observado três cenários diferentes.

O primeiro foi utilizado a concentração máxima de reagentes e o aumento da temperatura até o máximo

para a comparação com o branco, fazendo com que todas as moléculas do béquer variável reagirem antes do branco. O segundo cenário consistiu em concentração máxima de reagentes e a variação de pressão máxima e todas as moléculas reagiram no mínimo espaço disponível para estas.

Surgiu um questionamento um pouco antes da reação total, de o porquê o último produto ter sido o mais lento do sistema, tendo em vista que no mínimo espaço possível as moléculas de reagentes não conseguiam colidir entre si devido à presença dos produtos. Foi explicado que como as trajetórias foram programadas de maneira aleatória tal efeito poderia ser observado, porém eventualmente estas colidiram, além disso com o decorrer da reação a concentração de reagentes diminui realizando menos colisões e diminuindo a velocidade da reação.

Por fim, no último cenário, com o objetivo de conhecer o programa foi alcançado o maior estado crítico possível, isto é, com a maior temperatura, maior pressão e maior concentração. Ao fim deste momento foi aberto espaço para dúvidas e questionamentos.

Alguns alunos relacionaram a variável pressão à explosão, de modo a associar o aumento da pressão do sistema com o efeito que a panela de pressão causa no ambiente em seu interior e como em alguns casos esta

acabava causando uma explosão. Foi explicado que de fato um sistema pressurizado pode explodir, tendo em vista que este sistema pode ser despressurizado muito rapidamente por algum fator externo gerando uma rápida expansão energética do gás em seu interior.

Houve o questionamento se não haveria a possibilidade da molécula formada na reação entre A e B, sendo esta AB, reagir com A e B novamente gerando um novo produto, de forma AB_2 ou A_2B , e assim por diante. Foi respondido que de fato isto poderia acontecer como um produto secundário da reação ou em uma reação posterior, porém no ensino básico o foco está no produto majoritário, isto é, naquele que é formado em maior quantidade.

Esta observação também é favorecida pelo uso do simulador, pois tradicionalmente é difícil o aluno entender a possibilidade de formação de diferentes produtos a partir de uma única reação. Tal compreensão favorece inclusive, o aprendizado de conceitos relacionados ao rendimento de reação química, o qual tradicionalmente, é um conteúdo trabalho em química geral.

Um aluno, com experiência em trabalhar em oficinas de automóveis, citou o funcionamento do pistão dentro do motor de um carro e questionou a explicação da “explosão” causada quando uma peça de metal se

encontra no interior do espaço pressurizado pelo pistão. Para respondê-lo foi utilizado o conceito de explosão, sendo a expansão rápida e energética de um gás como também a 3ª lei de Newton para explicar como a peça metálica provavelmente reagiria às forças externas, causadas pela pressão do pistão como também da pressão interna do gás no interior do motor.

Para Vigotski (2003), o desenvolvimento de conceitos científicos se dá de forma descendente e o de conceitos espontâneos se dá de forma ascendente, cada vez mais elaborada. O aluno que inicialmente, apresenta o conceito espontâneo de motor de um carro como exemplo de reação química observada no cotidiano, agora discute esse mesmo conceito incorporando conceitos científicos, apresentando esse conceito inicial de forma mais elaborada.

O pensamento reflexivo chega à criança através da sistematização e hierarquia dos conhecimentos científicos, e depois se transfere aos conceitos espontâneos. E, ao mesmo tempo, é fundamental para a generalização, para o pensamento reflexivo, a contextualização trazida pelo conceito espontâneo, oriundo do confronto com as situações cotidianas. A generalização do conceito científico e a concretude do saber espontâneo são pares que operam em relação dialética. O particular (pensamento sincrético, imaginação, concepção prévia), não é obstáculo, mas está em permanente relação

com o conhecimento generalizante (conceito supra ordenado). É isso que permite o pensamento reflexivo, abstrato, fundamental para o desenvolvimento do conceito científico (Oliveira; Latini; Sbrano, 2016, p.61)

Em síntese os alunos não encontraram grande dificuldade em entender como a temperatura e a concentração interferem na velocidade dos processos, a partir do momento em que houve o entendimento que uma reação precisa de uma energia mínima para acontecer, ficou claro que as colisões serão efetivas mais vezes se houverem mais colisões e se houver o aumento da energia destas. Estes utilizaram o conceito desenvolvido pela aula com o auxílio do simulador de reação para fundamentar as duas variáveis de estado.

O fator pressão gerou mais dificuldade na opinião geral da turma, possível de ser observado na ausência de interações sobre isso antes da aplicação do simulador de colisões. Esta dificuldade pode ser explicada pela falta de identificação das variações de pressão no cotidiano na maior parte dos alunos. Isto não ocorre com temperatura e concentração, pois é mais simples notar que um dia é mais quente que outro (variação de temperatura) ou que determinada bebida está mais ou menos “rala” ou “forte” (variação de concentração), nas palavras dos próprios alunos. Novamente com o aumento do grau de abstração ocorre o aumento na dificuldade de assimilação do

conteúdo, pois tal conceito escapou da observação macroscópica, citada por Johnstone (2009).

Ao utilizar o simulador de colisões, foi possível observar novas compreensões frente ao movimento das moléculas. Pelos relatos e pelas respostas ao questionário diagnóstico é possível afirmar que não só o fator pressão foi compreendido como os fatores temperatura e concentração foram ressignificados. Além disso, a quantidade de ligações que os alunos fizeram com o seu cotidiano é de se destacar.

Tal espontaneidade pode ser explicada devido a maior clareza e segurança para discussões que a atividade lúdica formou. Esta incentiva a busca por respostas, sem a punição proveniente da exposição, que o educando acaba sofrendo, quando comete um erro na frente dos demais (Huizinga, 2000). Assim, o término da aula se tornou muito rico e proporcionou aos alunos uma grande troca de saberes, além de alcançar o objetivo do terceiro momento da proposta de ensino.

Considerações finais

Como Ciência experimental e presente em nosso cotidiano a utilização de recursos didáticos que favoreçam, principalmente, a compreensão de conceitos abstratos é bastante desejada nos processos de ensino

aprendizagem. O estudo realizado aponta para as possibilidades geradas pela utilização de simuladores virtuais no ensino de química promovendo a diminuição da distância entre modelo e realidade do aluno.

Pode-se notar que o uso do simulador favoreceu a compreensão de conceitos de cinética química que seriam muito mais difíceis de serem percebidos em sala de aula sem o auxílio do recurso. A interação oferecida pelo simulador permitiu a manipulação de variáveis que interferem na velocidade de uma reação química, a visualização de fenômenos que influenciam na efetivação de uma reação química, deslocando a posição do educando frente ao fenômeno estudado. A ferramenta também proporcionou questionamentos que normalmente não são feitos pelos estudantes, mostrando que o uso de simuladores pode favorecer o engajamento dos alunos resultando em questionamentos mais complexos do que o habitual.

Cabe destacar, entretanto, que a construção dos conceitos como aqui apresentada não teria sido possível sem a necessária mediação docente, a qual favoreceu não somente a construção dos conceitos científicos, mas também a compreensão de conceitos cotidianos em um outro nível de complexidade.

Tendo em vista a simplicidade de uso de muitos softwares, acreditamos que o mesmo pode vir a ser

utilizado por uma ampla gama de professores e alunos, sendo assim uma ferramenta útil e de fácil aquisição para o auxílio do aprendizado de Físico-Química.

Referências

BRASILEIRO, L. B.; SILVA, G. R. Interatividade na ponta do mouse, simulações e laboratórios virtuais. In: MATEUS, A. L. (Org.). *Ensino de Química mediado pelas TICs*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2015, p. 41-66.

BRITO, J. G. R; GELLER, M. T. B. MolecularAR: simulador para o auxílio no ensino de química molecular para estudantes da 1º série do ensino médio usando realidade aumentada. *Tecnologias, Sociedade E Conhecimento*. v. 6, n.1, p. 70–89, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/tsc.v6i1.14633>.

CHASSOT, A. I. *Saberes populares fazendo-se saberes escolares*. 2000 (Relato de pesquisa).

CHASSOT, A. I. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 4. ed. Ijuí: Ed. Unijuí. 2006.

COSTA, M. T. e TAVARES, T. T. O uso de simuladores de internet para o ensino de química. *Mediação* v. 4, n.9, p. 50-57, 2019

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos*. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2002

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. São Paulo, USP. 2005. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/292813/modresource/content/1/Problemaseproblematizacao.pdf>

ELKONIN, D.B. *Psicologia do jogo*. São Paulo: Ed. Martins Fontes. 2009.

GALIAZI, M. C; GONÇALVEZ, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. *Química Nova*, v. 27, n.2, p. 326-331, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000200027>.

HUIZINGA, J. *Homo Ludens: O jogo como elemento da cultura*. 4. ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

JOHNSTONE, A. H. You Can't Get There from Here. *Journal of Chemical Education*, v. 87, n.1, p. 22-29, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/ed800026d>

KAUARK, F. S; MANHÃES, F. C; MEDEIROS, C. H. *Metodologia da pesquisa: um guia prático*. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

LIMA, M. A; VARELO, M. F. F; NASCIMENTO, A. Q. O uso de simuladores virtuais para o ensino de Química. (PIBID/IFRO/Química). Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas, 2012.

MACHADO, A. S. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química. *Química nova na escola*, v. 38, n.2, p. 104-111, 2016.

MUENCHEN, C. e DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física” *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014

NETO, H. S. M; MORADILLO, E. F. O Lúdico no Ensino de

Química: Considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural. *Química nova na escola*, v. 38, n.4, p. 360-368, 2016. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_4/11-EQF-33-15.pdf

OLIVEIRA, L. R., LATINI, R. M., SANTOS, M. B. P. DOS, ROCHA, A., BERNARDES, D., GUIMARÃES, R., ANDRADE, R., BARROS, S. C. DE, FERNANDES, J. F., ROCHA DA SILVA, A., & CANESIN, F. DE P. Ensino de ciências e processo de subjetivação: a formação do conceito científico na psicologia de Vigotski. *Ensino, Saude e Ambiente*, v. 9, n.3., p. 160-170, 2016.

OLIVEIRA, L. R., LATINI, R. M. e SBANO, V. As interfaces entre o ensino de ciências e a psicologia do desenvolvimento: a contribuição de Vigotski. *Revista Práxis*, v. 8, n.16, p. 59-65, 2016.

SILVA, E. D. *A importância das atividades experimentais na educação*. 2017. 47 f. Monografia (Especialização em Docência do Ensino Superior) – AVM – Faculdade integrada, Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: https://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/po_sdistancia/54358.pdf

SILVEIRA, L. F.; NUNES, P.; SOARES, A. C. Simulações virtuais em química. *Revista de Educação, Ciência e Cultura*, v. 18, n.2, p. 131-148, 2013.

SOUZA, F. L; ASSIS, G. T; TRAVAIN, S. A. Análise do processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de física por meio do uso de simuladores e da argumentação de usuários. *Revista brasileira do ensino de ciência e tecnologia*, v. 14, n.2, p. 37-57. 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/13146>

VIGOTSKI, L. S. *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.