

AULA EXPERIMENTAL NO ESTUDO DE CINÉTICA QUÍMICA: UM EXPERIMENTO SIMPLES E DE BAIXO CUSTO PARA DETERMINAÇÃO DA ORDEM DE VELOCIDADE DE UMA REAÇÃO

Adriana Nogueira de Oliveira¹
Ana Beatriz dos Santos Vieira Novaes²
Gabriela Eugênia Meira Amorim³
Wdson Costa Santos⁴

RESUMO

Diferente da maioria das atividades experimentais realizadas em sala de aula, em que se abordam somente aspectos qualitativos e visuais, este artigo investiga o uso da experimentação como contribuinte no ensino dos principais conhecimentos acerca da cinética química, mais especificamente a determinação da ordem de reação pelo método das velocidades iniciais, de forma qualitativa e quantitativa. A atividade experimental demonstrada, consistiu-se num experimento de baixo custo e que pode ser realizado dentro da sala de aula. A prática foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, *campus* Vitória da Conquista, com discentes do curso de Licenciatura em Química. A atividade ocorreu durante uma aula do componente curricular Química Geral II e se dividiu em três momentos: aula expositiva, experimentação e análise e tratamento dos dados experimentais. Com este trabalho, portanto, almeja-se proporcionar a professores de química, a possibilidade de aulas mais dinâmicas e experimentais, de maneira simples e prática, proporcionando aos estudantes o desenvolvimento de habilidades e a associação do saber teórico com o prático, enfim, aprendizagens significativas.

Palavras-chave: Experimentação, Baixo custo, Cinética química, Lei de velocidades, Método das velocidades iniciais.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a evolução do conhecimento químico incorporou novas abordagens. Juntamente com esta incorporação vem o propósito de formar estudantes mais participativos e interessados, futuros cientistas e cidadãos mais conscientes.

A ideia de que o sujeito interage com o conhecimento pela transmissão de informação e memorização já vem sendo discutida e abandonada em várias partes do mundo. Apesar disso, no Brasil, a abordagem da Química no ambiente escolar continua praticamente a

¹ Graduanda do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA, drika1159@gmail.com;

² Graduanda do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA, quimica.ananovaes@gmail.com;

³ Graduanda do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA, gabbiamorim@gmail.com;

⁴ Professor orientador: Mestre em Química Analítica pela Universidade Federal da Bahia - UFBA, wdsoncosta@gmail.com.

mesma. Embora às vezes mascarada com uma aparência de modernidade, a essência conteudista permanece, priorizando-se a transmissão de informações desligadas da realidade vivida pelos estudantes (BRASIL, 2000, p. 30).

Esse ensino se reduz a fórmulas matemáticas e à aplicação de “regrinhas”, que devem ser exaustivamente treinadas, supondo a mecanização e não o entendimento de uma situação-problema. Da mesma forma acontece com o ensino de definições, leis isoladas, tipos de classificação e nomenclaturas, que não representam aprendizagens significativas, exigindo do estudante, quase sempre a pura memorização, restrita e de baixos níveis cognitivos. Além disso, se privilegia aspectos teóricos, em níveis de abstração inadequados aos discentes, e só em último caso se transforma o conhecimento em ferramenta aplicável (BRASIL, 2000, p. 32).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (2000, p. 33), ressaltam a importância de apresentar aos estudantes fatos concretos, observáveis e mensuráveis, uma vez que os conceitos trazidos por esses para a sala de aula, advêm principalmente de sua leitura do mundo macroscópico. Podendo ser entendidas, dentro dessa óptica macroscópica, as relações quantitativas de massa, energia, tempo e etc.

Um exemplo específico abordado no PCNEM é o tratamento da relação entre tempo e transformação química. Segundo o documento, deve se iniciar essa abordagem, pela exploração dos aspectos qualitativos, que permitem reconhecer, no dia-a-dia, reações rápidas, como combustão e explosão, e lentas, como o enferrujamento e o amadurecimento de um fruto, estabelecendo critérios de reconhecimento:

Controlar e modificar a rapidez com que uma transformação ocorre são conhecimentos importantes sob os pontos de vista econômico, social e ambiental. É desejável, portanto, que o aluno desenvolva competências e habilidades de identificar e controlar as variáveis que podem modificar a rapidez das transformações, como temperatura, estado de agregação, concentração e catalisador, reconhecendo a aplicação desses conhecimentos ao sistema produtivo e a outras situações de interesse social (BRASIL, 2000, p. 33).

Assim, é necessário que o professor, mediador do processo de ensino-aprendizagem, crie situações em que o estudante perceba também as relações quantitativas que expressam a rapidez de uma transformação química, seja por abordagens concretas ou propondo procedimentos experimentais que permitem o estabelecimento das relações matemáticas existentes, como a lei da velocidade, relacionando modelos macroscópicos com o mundo microscópico (BRASIL, 2000, p. 33-34).

A área da química que está preocupada com a velocidade das reações, bem como os fatores que a influenciam, é chamada cinética química. A cinética química é um assunto de

vasta importância. Ela se relaciona, por exemplo, com a rapidez com que um medicamento é capaz de agir, com a velocidade na qual o combustível queima no motor de um automóvel, assim como com os problemas industriais, como o desenvolvimento de catalisadores para a síntese de novos materiais (BROWN, 2005, p. 483).

Todavia, assim como outros conhecimentos químicos, o modo como o ensino de cinética química é realizado em várias escolas, ainda está muito distante do que se propõe.

Ao considerar as dificuldades no aprendizado de diversos conceitos químicos como fruto de metodologias tradicionais, baseadas na resolução de exercícios e na memorização de fórmulas e conceitos, a experimentação torna-se uma alternativa grandiosa que vem sendo usada frequentemente como ferramenta auxiliadora para maior participação dos estudantes no ensino de Química. Esse tipo de abordagem deve permitir que os discentes participem ativamente das aulas, em atividades que os estimulem a pensar de forma científica, e como uma forma de interpretar o mundo e intervir na realidade. Assim, a experimentação é uma estratégia que também busca alcançar os objetivos dos PCN para o ensino médio (MOREIRA, 2013, p. 62).

É preciso que as atividades experimentais desenvolvidas nas aulas de Química possam propiciar aos estudantes o desenvolvimento da capacidade de refletir sobre os fenômenos físicos e químicos, articulando seus conhecimentos já adquiridos, formando novos conhecimentos e resultando numa aprendizagem significativa (SOUZA *et al.*, 2013, p. 13).

Cabe aqui reassaltar que a experimentação na escola tem função pedagógica, diferentemente da experiência conduzida pelo cientista. A experimentação formal em laboratórios didáticos, por si só, não soluciona o problema de ensino e aprendizagem em Química. Assim, as atividades experimentais podem ser realizadas na sala de aula, por meio de demonstrações, em visitas e por outras modalidades. No entanto, qualquer que seja a atividade a ser desenvolvida deve-se ter clara a necessidade de períodos pré e pós-atividade, visando à construção dos conceitos, não se desvinculando prática e teoria (BRASIL, 2000, p. 36).

Durante os últimos anos, um número crescente de práticas para o ensino de Química foram desenvolvidas a fim de dar mais significado a teoria estudada. Contudo, as maiores destas práticas se constituem em atividades que tratam os conteúdos de forma representativa, visual, simplificada e qualitativa, deixando de lado a análise dos dados experimentais, isto é, os aspectos quantitativos. Desperta-se então a necessidade de que esse ensino seja entendido criticamente, em suas limitações, para que estas possam ser superadas.

Diante da realidade, o presente trabalho descreve a realização de um experimento desenvolvido por um grupo de estudantes em uma turma do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, *campus* Vitória da Conquista. O experimento é uma proposta alternativa para o ensino de Cinética Química e tem como objetivo proporcionar uma melhor interação de conceitos teóricos com a prática. Buscou-se através desta experimentação uma compreensão mais significativa e abrangente das relações entre tempo e as transformações químicas, de maneira que aconteça a assimilação desse conhecimento e a compreensão tanto dos aspectos quantitativos, quanto dos qualitativos nesta relação.

Devido à natureza das informações coletadas e dos objetivos da análise pretendida, considera-se essa pesquisa como do tipo qualitativa e quantitativa. Quanto aos procedimentos, foi utilizado o estudo de caso. A atividade foi realizada durante uma aula do componente curricular Química Geral II e possuía por objetivo, a apresentação de propostas para o ensino de cinética química. A prática se dividiu em três momentos. O primeiro momento consistiu na exposição do conteúdo, especificamente sobre os “fatores que alteram a velocidade das reações”, “lei da velocidade”, “método das velocidades iniciais” e “ordem de reação”. A segunda parte da aula consistiu na demonstração experimental e o terceiro momento, culminou na análise e tratamento dos dados experimentais.

METODOLOGIA

Devido à natureza das informações coletadas e dos objetivos da análise pretendida, foi utilizado como metodologia para esta pesquisa o enfoque qualitativo e quantitativo. Segundo Gerhardt e Silveira (2009, p. 32), faz parte da pesquisa qualitativa a obtenção de dados descritivos mediante o contato direto do pesquisador com o objeto de pesquisa, buscando assim entender os fenômenos pela perspectiva dos participantes da situação estudada. Entretanto, por se tratar da realização de uma prática experimental com resultados quantificados, essa pesquisa também se caracteriza como quantitativa.

A pesquisa quantitativa se centra na objetividade e considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com auxílio de instrumentos padronizados e neutros. Por fim, a utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa, permite-se recolher mais informações do que poderia se conseguir isoladamente (FONSECA, 2002, p.20).

Quanto aos procedimentos, foi usado o estudo de caso. A este procedimento está relacionado à observação de fatos e fenômenos, assim como da análise e da interpretação dos dados, baseada numa fundamentação teórica consistente, procurando descobrir o que há de mais essencial e característico em determinada situação (FONSECA, 2002, p.33-34).

No que diz respeito aos objetivos, a pesquisa caracteriza-se como descritiva e exploratória. A pesquisa descritiva, como o próprio nome sugere, consiste na descrição de situações, acontecimentos, ações e apresenta uma explicação sobre um fenômeno (Gil, 2002, p. 42).

Já pesquisa exploratória, por sua vez, visa proporcionar uma maior familiaridade com o problema, para isso podendo envolver o levantamento bibliográfico ou análise de exemplos que estimulem uma melhor compreensão das situações. Neste estudo, a descrição e a exploração recaem sobre a contribuição da experimentação para o ensino do conteúdo de Cinética Química (Gil, 2002, p. 41).

A proposta experimental realizada consistiu-se num material de baixo custo e que poderia ser realizado dentro da sala de aula, desvinculando sua prática do laboratório. Essa atividade foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, *campus* Vitória da Conquista, com estudantes do segundo semestre do curso de Licenciatura em Química. A atividade ocorreu durante uma aula do componente curricular Química Geral II e possuía por objetivo, a apresentação de propostas para o ensino de cinética química. A prática se dividiu em três momentos. O primeiro momento compreendeu na exposição do conteúdo de cinética química, especificamente sobre os “fatores que alteram a velocidade das reações”, “lei da velocidade”, “método das velocidades iniciais” e “ordem de reação”. Durante a exposição do conteúdo utilizou-se como recurso didático a apresentação em PowerPoint adaptado a um Data Show. O segundo momento da aula consistiu na demonstração experimental e o terceiro se sucedeu com a análise e tratamento dos dados experimentais.

A aula expositiva e o experimento fundamentaram-se a partir de estudos e pesquisas realizadas em livros que abordassem o conteúdo de cinética química e em outros experimentos de baixo custo e de fácil manipulação. A aula experimental ocorreu na sala de aula e os demais estudantes assistiram a demonstração do experimento de forma interativa, alcançando juntos os resultados experimentais.

Para a realização do experimento decidiu-se pela adaptação do experimento de “como encher balões sem usar o ar dos pulmões?”. Assim, foram separadas três garrafas plásticas de 200mL, contendo em cada uma aproximadamente 50mL de vinagre em diferentes

porcentagens de concentrações. Separaram-se também três balões de látex de mesmo tamanho, contendo em cada um, diferentes quantidades de bicarbonato de sódio. Embutiu-se cada balão aos gargalos das garrafas, de modo que o bicarbonato de sódio ainda não caísse dentro destas. As quantidades de bicarbonato de sódio e as concentrações de vinagre utilizadas em cada balão e garrafa estão dispostas abaixo.

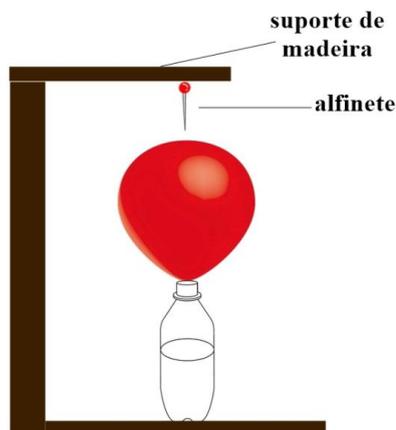
Tabela 1 – Relação das quantidades iniciais dos reagentes.

Balão de Látex	Bicarbonato de Sódio	Garrafa Pet	Vinagre (50mL)
Balão 01	4,1g	Garrafa 01	2%
Balão 02	4,1g	Garrafa 02	4%
Balão 03	8,2g	Garrafa 03	4%

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Além disso, para execução do experimento também foi necessário à construção de um suporte de madeira com um alfinete, conforme a figura abaixo:

Figura 1 – Suporte de madeira com alfinete.



Fonte: Elaboração própria, 2019.

A primeira garrafa, com o balão embutido, foi posicionada no suporte. Verteu-se o bicarbonato de sódio do balão para dentro da garrafa e registrou-se, com um cronômetro, o tempo entre o momento em que se verteu o reagente até o balão tocar na ponta do alfinete.

Repetiu-se o experimento com as outras duas garrafas, observando e registrando o tempo que cada balão levou alcançar a ponta do alfinete. Relacionando a rapidez com que cada balão atingia a ponta do alfinete com a concentração dos reagentes, foi discutido qual a influência da concentração dos reagentes sobre a velocidade da reação e como a variação dessas concentrações poderia alterar essa velocidade. Por fim, foi solicitado aos estudantes, que partindo dos dados experimentais, calculassem pelo método das velocidades iniciais; (a) a ordem da reação em relação a cada reagente, (b) a ordem da reação global e (c) escrevessem a

equação da lei de velocidade da reação. As respostas dos estudantes foram compartilhadas e discutidas com a turma.

DESENVOLVIMENTO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) assinalam a importância em aliar teoria e prática de ensino, por meio de atividades que tenham, como objetivo final, uma educação voltada para formação de futuros cientistas e cidadãos mais conscientes e autônomos. O documento ainda aponta que algumas habilidades e competências devem ser promovidas pelo ensino de Química, tais como a capacidade do aluno traduzir uma informação de uma forma de comunicação para outra, como gráficos, tabelas, equações químicas, além de controlar variáveis, elaborar estratégias e analisar dados. Para tal, cabe aos profissionais da área à elaboração de atividades que considerem estes, dentre outros aspectos, para que assim, a disciplina faça sentido prático para a vida dos estudantes. As práticas experimentais são exemplo de ferramenta que atua de forma importante no ensino da Química, sendo atualmente alvo de estudo e observações (BRASIL, 2000, p. 30-37).

Autores como Lima *et al.* (2000, p. 26), consideram que as atividades didáticas, muitas vezes, são baseadas em aulas expositivas, o que torna o ensino desmotivador e o discurso do professor como “dogma de fé”. Esses autores especificam como ensino de cinética química vem sendo difundido, se tratando de um tema bastante abstrato para os estudantes, cabendo à experimentação ser um instrumento alternativo e facilitador para seu ensino.

A Química, por sua própria natureza, preocupa-se com as transformações da matéria. Entretanto, é igualmente importante entender com que rapidez essas transformações ocorrem. Deste modo, a área da química que está preocupada com as velocidades, ou grau de velocidade, das reações, é chamada cinética química. A cinética química não está preocupada apenas em determinar as velocidades nas quais as reações ocorrem, mas também considerar os fatores que controlam essas velocidades. Dessa forma, existem quatro fatores que permitem a variação das velocidades nas quais reações específicas ocorrem: concentração dos reagentes, temperatura, catalisador e superfície de contato. Neste trabalho, debruça-se sobre o aumento da concentração como fator acelerador da velocidade de uma determinada reação. (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005, p. 483-484).

A equação que mostra como a velocidade depende das concentrações dos reagentes, é chamada lei de velocidade. Para uma reação geral a lei é escrita como:

$$\text{Velocidade} = k [\text{reagente 1}]^m [\text{reagente 2}]^n \quad (1)$$

Onde k , é a constante de velocidade e os expoentes “ m ” e “ n ” são chamados ordens de reação. (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005, p. 490).

Os expoentes em uma lei de velocidade indicam como a velocidade é afetada pela concentração de cada reagente. Em reações em que a velocidade depende da concentração de um determinado reagente elevado à primeira potência, a velocidade duplicará quando essa concentração dobrar. Se uma reação for de segunda ordem em relação a um reagente, dobrar a concentração daquela substância fará com que a velocidade de reação quadruplique ($[2]^2 = 4$). Já a ordem da reação global é a soma das ordens em relação a cada reagente (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005, p. 491).

Apesar de os expoentes em uma lei de velocidade serem algumas vezes os mesmos que os coeficientes na equação balanceada, há casos em que essa generalização não é aplicável. Assim os valores dos expoentes devem ser determinados experimentalmente. Deste modo, a aula experimental apresentada neste trabalho, objetiva justamente a determinação dos valores de ordem da reação entre o vinagre (ácido acético) e o bicarbonato de sódio, a partir do método das velocidades iniciais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assim como citado no PCNEM que “qualquer que seja a atividade a ser desenvolvida, deve-se ter clara a necessidade de períodos pré e pós atividade, visando à construção dos conceitos” (BRASIL, 2000, p. 36), o primeiro momento da aula se concretizou através de uma breve expliação de conceitos essenciais da cinética química. Foram abordados por meio da projeção de *slides* os fatores que influenciam na velocidade das reações, a lei de velocidade, o método das velocidades iniciais e a ordem das reações. A utilização de slides neste momento deu-se pela redução do tempo gasto para a revisão desses conhecimentos, uma vez que o conteúdo já havia sido explicado em aulas anteriores pelo docente que ministra a disciplina.

Com as principais bases teóricas discutidas, prosseguiu-se a aula com a demonstração experimental. As garrafas com os respectivos volumes e concentrações de vinagre (Tabela 1) foram posicionadas no suporte (Figura 1). A adição de diferentes massas de bicarbonato de sódio fez com que os balões levassem tempos distintos para alcançar o alfinete. Foi feito o registro dos tempos cronometrados nas reações de cada garrafa.

Dada à equação química da reação,



foi mostrado aos estudantes que quando os dois reagentes entram em contato, ocorre a liberação de grande quantidade de gás, isto é, dióxido de carbono (CO_2), sendo esse gás o responsável por encher o balão.

Conhecida as porcentagens de ácido acético do vinagre usado, conforme o rótulo do produto, e a massa em gramas de bicarbonato de sódio, foi construída, juntamente com a turma, uma tabela com os valores de concentração inicial dos reagentes em cada garrafa e o respectivo tempo cronometrado na reação de cada uma.

Sabendo-se que as concentrações são dadas em molL^{-1} , para o cálculo da concentração inicial dos reagentes foi utilizada a equação:

$$M = \frac{m}{MM \cdot V} \quad (3)$$

Onde M é a concentração molar, m é a massa em gramas, MM é a massa molar e V é o volume em litros.

Tabela 2 – Relação das concentrações iniciais dos reagentes e o tempo da reação em cada garrafa.

Garrafa	[NaHCO ₃] (mol/L)	[CH ₃ COOH] (mol/L)	Tempo da reação (s)
01	0,976	0,333	11,56
02	0,976	0,667	06,57
03	1,952	0,667	07,66

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Partindo destes valores, os estudantes calcularam pelo método das velocidades iniciais, (a) a ordem da reação em relação a cada reagente, (b) a ordem da reação global e (c) escreveram a equação da lei de velocidade da reação.

Para isso, foram feitas as relações entre a lei de velocidades da reação entre as garrafas em que a concentração de um reagente permanecia constante e a outra variava. Desta forma,

$$V_1 = k []_1^x \quad V_2 = k []_2^x \quad (4, 5)$$

$$k = \frac{V_1}{[]_1^x} \quad k = \frac{V_2}{[]_2^x} \quad (6, 7)$$

Igualando as equações tem-se que,

$$\frac{[]_2^x}{[]_1^x} = \frac{V_2}{V_1} \quad (8)$$

Sabendo-se que a velocidade da reação é dada por $\frac{\Delta []}{\Delta t}$, tem-se:

$$\left(\frac{[]_2}{[]_1}\right)^x = \frac{\frac{\Delta[]_2}{\Delta t_2}}{\frac{\Delta[]_1}{\Delta t_1}} \quad (9)$$

Considerando-se que a concentração inicial de CO_2 é igual a zero, a variação da concentração dessa espécie será igual à sua concentração final. Admitindo-se que a quantidade de CO_2 necessária para inflar o balão até atingir o alfinete seja a mesma em todos os casos as variações nas concentrações de um experimento para outro se anulam na equação 9, chegando-se assim à equação 10.

$$\left(\frac{[]_2}{[]_1}\right)^x = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} \quad (10)$$

Foi observado que ao duplicar a concentração de ácido acético do vinagre e manter a concentração de bicarbonato de sódio constante, a velocidade da reação quase dobrou, o que pode ser verificado pelo tempo que foi aproximadamente a metade. Entretanto, quando duplicou-se a concentração de bicarbonato de sódio e manteve-se constante a concentração de ácido acético, notou-se que quase não houve variação na velocidade da reação, pois o tempo cronometrado é quase o mesmo.

Deste modo, pela Equação 10, foi possível obter as seguintes ordens para lei de velocidade da reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio:

$$V = k [\text{NaHCO}_3]^{0,22} [\text{CH}_3\text{COOH}]^{0,82} \quad (11)$$

Por meio de uma busca na literatura não se obteve nenhuma informação sobre a ordem dessa reação. Deste modo, os valores não puderam ser comparados e verificados sua validade. Contudo, do ponto de vista didático, o experimento demonstrou ser uma alternativa simples e de baixo custo para que os discentes tenham uma melhor compreensão de como a ordem de uma reação pode ser determinada empiricamente usando o método das velocidades iniciais. O fato de haver pouca literatura sobre o tratamento quantitativo desta e de outras reações, mostra como são raras as práticas de ensino que se preocupam em abordar quantitativamente conceitos desta natureza, o que aumenta a relevância dessa proposta, simples e acessível, como ferramenta auxiliadora no ensino da cinética química.

Por fim, os valores de ordem de reação obtidos através da experimentação mostraram-se satisfatórios para a discussão dos conceitos, a proposta apresentou eficácia no tratamento de conhecimentos quantitativos acerca da cinética química e a abordagem acerca da influência da concentração das substâncias na velocidade da reação pôde ser percebida em escala macroscópica.

Além disso, ainda que atividade experimental tenha ocorrido apenas como demonstrativa, os estudantes licenciandos mostraram-se atentos, interessados e empenhados nos cálculos para obtenção da ordem da reação e das demais questões. A simplicidade do experimento desperta no discente a capacidade de construção do conhecimento de forma mais ampla, uma vez que os fenômenos observados por ele ficam mais acessíveis, considerando a baixa complexidade operacional da atividade prática desenvolvida.

Por fim, analisando o impacto do experimento desenvolvido no entendimento de conceitos abordados e a avaliação dos estudantes sobre a aula experimental ministrada, obteve-se resultados positivos, tendo em vista que a maioria dos discentes presentes declarou que a realização do experimento proporcionou uma maior dinamicidade na aula e no tratamento matemático dos conceitos envolvidos, podendo trazer contribuições relevantes nos processos de ensino e aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento e a aplicação de metodologias alternativas, como a própria experimentação, promovem uma série de discussões acerca de suas limitações e contribuições no ensino de Química, mas ao fim, é de consenso o aporte dessas alternativas, desde que bem trabalhadas, na construção de conhecimentos e aprendizagens significativas. Dessa maneira, este é um trabalho que tem por fito não somente relatar o desenvolvimento de uma aula experimental, como também inspirar os profissionais da educação a buscarem alternativas eficientes e viáveis para o enriquecimento dos processos de ensino e aprendizagem.

Perante os resultados obtidos, o uso da experimentação nesta abordagem mostrou-se bastante promissor, contribuindo para o desenvolvimento do ensino de cinética química e permitindo a construção de conceitos teóricos e práticos, sendo eles tanto qualitativos, como quantitativos. Os valores de ordem de reação obtidos através da experimentação, 0,22 para o bicarbonato de sódio e 0,82 para o ácido acético do vinagre, mostraram-se satisfatórios e a proposta apresentou eficácia no tratamento dos principais conhecimentos acerca da cinética química. Além disso, a avaliação dos estudantes sobre a aula reforçou as impressões acerca da relevância do experimento no entendimento dos principais conceitos abordados.

Deste modo, entende-se que a forma de se planejar, elaborar e realizar uma prática pedagógica, possui contribuições significativas para o ensino e a aprendizagem dos estudantes. É lamentável saber que ainda a metodologia predominante, usada em salas de aula, não é uma das melhores para o ensino. Espera-se que com o surgimento de novos

trabalhos com o mesmo intuito, possam levar ao amadurecimento e o investimento em novas alternativas didáticas, culminando no aperfeiçoamento do atual e majoritário sistema de ensino brasileiro.

REFERÊNCIAS

BROWN, Theodore L.; LEMAY JR, H. Eugene.; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

FOGAÇA, Jennifer. Como encher balões sem usar o ar dos pulmões?. **Canal do educador**. Disponível em: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/como-encher-baloos-sem-usar-ar-dos-pulmoes.htm>>. Acesso em: 11 ago. 2019.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2019.

Gil, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: <<http://home.ufam.edu.br/salomao/Tecnicas%20de%20Pesquisa%20em%20Economia/Textos%20de%20apoio/GIL,%20Antonio%20Carlos%20-%20Como%20elaborar%20projetos%20de%20pesquisa.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2019.

LIMA, Jozária de Fátima Lemos de; PINA, Maria do Socorro Lopes; BARBOSA, Rejane Martins Novais; JÓFILI, Zélia Maria Soares. Contextualização no ensino de cinética química. **Quím. Nova na Escola**. N° 11, maio, 2000. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a06.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2019.

MENEZES, Luís Carlos de (Coord). Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. *In*: BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

MOREIRA, Greici Ariadne Frauches. Adaptação do Experimento “Como reconhecer o caráter ácido, básico ou neutro de um material”, sugerido pela SEE-SP, visando uma maior simplicidade e objetividade em sua realização. *In*: **Desafios para a docência em química: teoria e prática**. OLIVEIRA, Olga Maria M. F (Coord). São Paulo: Universidade Estadual Paulista: Núcleo de Educação a Distância, 2013. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/bitstream/unesp/155336/1/unesp-nead-redefor2ed-e-book_tcc_quimica.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2019.

SOUZA, Fábio Luiz de; AKAHOSHI, Luciane Hiromi; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; CARMO, Miriam Possar do. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. São Paulo: Centro Paula Souza, 2013. Disponível em: <http://www.cpscetec.com.br/cpscetec/arquivos/quimica_atividades_experimentais.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2019.