

A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA: REFLEXÕES DE UMA APLICAÇÃO REAL

Daniel Herculano Cruz Neto¹; Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos²

Centro Acadêmico do Agreste - Universidade Federal de Pernambuco, danielcruznt@gmail.com¹
Centro Acadêmico do Agreste - Universidade Federal de Pernambuco, flaviacrisgomes@hotmail.com²

Resumo: O ensino de química tem sido reduzido à simplificação dos conceitos científicos, o que causa dificuldades no que concerne à aprendizagem. Portanto, há a constante necessidade de que novos recursos e estratégias sejam incorporados ao processo de ensino e aprendizagem, sendo a experimentação investigativa uma possibilidade com bom potencial. Neste contexto, esta pesquisa tem, como objetivo, a elaboração e aplicação de uma sequência didática (SD) para o ensino de cinética química, na qual uma das etapas consiste na experimentação investigativa. Sendo então um recorte das vivências na disciplina de estágio supervisionado II, onde a sequência foi aplicada em uma escola de referência do Agreste de Pernambuco. Os resultados mostram, de modo geral, que os alunos, a partir das atividades experimentais, conseguiram estabelecer a relação entre concentração dos reagentes e velocidade de reação, bem como compreenderam a importância da cinética na análise dos diversos fenômenos químicos. Além disto, a experimentação investigativa possibilitou, também, que os estudantes revisitassem uma série de conteúdos que havia sido previamente estudada, permitindo uma aplicação real destes no contexto da atividade proposta. No que concerne à SD, é possível afirmar que a mesma deve ser cuidadosamente planejada pelo professor, de modo que proponha atividades relacionadas ao contexto da sala de aula e seja flexível, no sentido de adaptar-se às necessidades de aprendizagem dos alunos. Por fim, conclui-se que a SD proposta com a experimentação investigativa posiciona o aluno como um agente ativo no processo de aprendizagem, desenvolvendo habilidades e competências essenciais à sua formação científico-cidadã.

Palavras-chave: cinética química, ensino de Química, experimentação investigativa, formação inicial.

INTRODUÇÃO

Muitas críticas referentes ao ensino de Química são devido aos professores reduzirem este processo à mera utilização de equações matemáticas e simplificações extremas dos conceitos científicos, o que dificulta e, muitas vezes, impossibilita a aprendizagem dos alunos (LIMA *et al*, 2000). Além disto, identifica-se que esta forma de ensino pode gerar uma visão deturpada com relação a esta ciência e suas principais aplicações no contexto social, resultando na perspectiva positivista de compreendê-la não como algo em construção, mas como uma ciência pronta e acabada (POZO, CRESPO, 2009). Este fato pode estar relacionado a diversos fatores, como, por exemplo, à formação inicial dos professores e a consequente inadequação dos recursos e estratégias de ensino aos objetivos da aprendizagem.

Desta forma, diversos conceitos fundamentais no que tange à compreensão de variados fenômenos químicos são ensinados em uma perspectiva tradicional de ensino, o que gera uma desmotivação e dificulta a efetivação do processo de ensino e aprendizagem (COSTA *et al*, 2005; NUNES, ADORNE, 2010). Dentre estes conceitos, estão os princípios fundamentais da

cinética química, os quais são ensinados, na maioria das vezes, com aulas expositivas que não se preocupam em relacionar os conhecimentos prévios dos alunos aos conceitos científicos, tornando este tópico desanimador (LIMA *et al*, 2000).

Neste contexto, há a necessidade de incorporar, nas salas de aula, diferentes metodologias de ensino que possibilitem uma aprendizagem significativa e continuada. Dentre um mundo de possibilidades, pesquisas (GIORDAN, 1999; BUNTINE *et al*, 2007; REID, SHAH, 2007; FRANCISCO JR., FERREIRA, HARTWIG, 2008; MACHADO, MOL, 2008; ECHEVERRIA, MELLO, GAUCHE, 2010;) apontam para a importância da utilização da experimentação como recurso didático, o qual pode ser aplicado de forma ilustrativa ou investigativa, sendo a primeira a mais comumente utilizada pelos professores na perspectiva de meramente comprovar teorias científicas. Além disto, Benite e Benite (2009) apontam para uma problemática na utilização da experimentação em sala, pois, segundo os autores, o número de aulas experimentais, nas escolas, é reduzido e, quando são realizadas, as mesmas são feitas de forma demonstrativa e não apresentam grande relevância no que diz respeito à aplicação prática no cotidiano.

Nesta perspectiva, de acordo com Suart e Marcondes (2009, p. 51),

As atividades experimentais, tanto no ensino médio como em muitas universidades, ainda são muitas vezes tratadas de forma acrítica e aproblemática. Pouca oportunidade é dada aos alunos no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. O aluno é o agente passivo da aula e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados.

Deste modo, é necessário, inicialmente, que haja uma nova visão acerca da experimentação por parte dos próprios professores, a fim de que a mesma não seja utilizada como um mero objeto de validação de uma teoria científica ou como uma forma de preencher espaços de tempo nas aulas. Esta nova perspectiva de compreensão, conforme Silva e Claudino (2017), é construída a partir da utilização real deste recurso no cotidiano da sala de aula e promove, por conseguinte, uma possível mudança na ótica positivista de conceber a ciência dentro do contexto do processo de ensino e aprendizagem.

Na perspectiva investigativa do ensino, por outro lado, de acordo com Pozo (1998), os alunos são colocados em situações para que realizem pesquisas, levantem hipóteses e comparem os resultados encontrados, sendo, desta forma, os conteúdos procedimentais, conceituais e atitudinais simultaneamente combinados. No contexto da experimentação investigativa, o processo de aprendizagem vai de encontro ao que os alunos estão

corriqueiramente habituados, de modo é apresentado um problema que deve ser resolvido utilizando uma abordagem experimental através de testes de diversas hipóteses – as quais são elaboradas com base nos conhecimentos prévios dos alunos com relação à temática – sendo necessário que haja uma mobilização para solucionar o problema proposto, elucidando a autonomia e a plena atividade do aluno, ao invés de mantê-lo sempre no papel de observador (GIL-PEREZ, VALDÉS CASTRO, 1996; HOFSTEIN, LUNETTA, 2007; GUEDES, 2010).

Além disto, no que concerne às possibilidades reais de aplicação, os professores têm acesso a um vasto número de atividades experimentais na internet, conforme verificou Lisbôa (2015), realizando um levantamento de todos os artigos publicados na seção *Experimentação no ensino de química* da revista *Química Nova na Escola*, obtendo um número de 97 artigos entre maio de 1995 e maio de 2015. Portanto, a experimentação é, de fato, um recurso didático tangível, independente da disposição, ou não, de laboratórios de química na escola, haja vista que existe uma série de investigações que podem ser realizadas com materiais comuns e facilmente encontrados, para além de este tipo de prática ser importante, também, no que diz respeito ao reconhecimento dos fenômenos químicos no mundo físico de forma abrangente (VALADARES, 2001).

Deste modo, a experimentação de caráter investigativo corresponde a um recurso de grande potencial e, neste trabalho, a mesma é utilizada como fator central no ensino da cinética química, escolhida por ser tema fundamental na compreensão dos fenômenos da natureza. Neste contexto, este estudo foi desenvolvido a partir da estruturação de uma sequência didática que foi realizada como atividade da disciplina de Estágio Supervisionado II, ofertada no curso de Química - Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, no Centro Acadêmico do Agreste. A sequência foi realizada em uma turma de 2ª ano do Ensino Médio de uma Escola de Referência do Agreste de Pernambuco, na qual se cumpria a carga horária prática da referida disciplina.

METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como um recorte das vivências do estágio supervisionado II, realizado em turmas do segundo ano do ensino médio, nas quais, durante as atividades de regência, houve proposição e execução de uma sequência didática relacionada ao conteúdo de cinética química, utilizando, como recurso, a experimentação do tipo investigativa, a fim de analisar o desempenho dos estudantes com relação ao desenvolvimento da atividade experimental e à aprendizagem dos principais conceitos. Assim, este trabalho apresenta caráter

qualitativo, uma vez que há preocupação com elementos subjetivos e contextuais do problema investigado (GUNTHER, 2006), especificamente no que diz respeito à aprendizagem dos sujeitos participantes.

A escolha do conteúdo de cinética química se deu a partir das observações realizadas durante o estágio, as quais explicitaram as necessidades dos alunos com relação a este conteúdo. Para a atividade experimental, a reação entre tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) e o ácido clorídrico (HCl) foi escolhida em virtude da facilidade no estabelecimento de um parâmetro observacional para determinar que a reação, de fato, ocorreu. Este parâmetro, neste contexto, é a mudança súbita na coloração da solução quando a reação se procede.

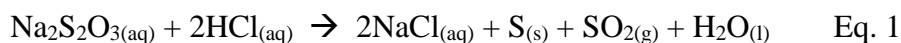
Deste modo, foi proposta uma sequência didática, onde, em um primeiro momento, houve a entrega da ficha de observação experimental, de caráter avaliativo, a qual é utilizada como instrumento de coleta dos dados neste trabalho, bem como uma apresentação da reação e dos materiais utilizados. Em um segundo momento, os estudantes foram direcionados para a bancada para a realização da atividade experimental investigativa, cujo objetivo era propiciar evidências experimentais com o propósito de que os estudantes estabelecessem a relação entre velocidade de reação e concentração de reagentes, utilizando, para isto, o método do isolamento, muito comum em estudos físico-químicos (ATKINS, PAULA, 2008). Ao final da atividade experimental, as fichas foram recolhidas. Em um terceiro momento, houve a discussão dados apresentados pelos estudantes, introduzindo o conteúdo de cinética química.

No que diz respeito à ficha de observação experimental, a mesma continha um quadro com as informações relacionadas à experimentação, bem como uma série de questionamentos relacionados ao entendimento dos estudantes no tocante à atividade experimental, a fim de investigar quais foram as conclusões proporcionadas pela investigação reacional. Para realizar todas as atividades propostas e responder à ficha, os estudantes foram divididos em cinco grupos, cada um contendo seis participantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na elaboração da sequência didática, o primeiro momento foi fundamentado nos aspectos da experimentação problematizadora, onde, de acordo com Francisco Jr. *et al.* (2008), a apresentação da atividade experimental deve ser anterior a qualquer discussão teórica ou atividade didática realizadas na sala de aula. Portanto, o momento inicial, como já mencionado, correspondeu à apresentação dos materiais e reagentes a serem utilizados na etapa seguinte, ou seja, na experimentação, bem como na apresentação das

características da reação a ser analisada pelos estudantes. A reação estudada está representada na equação 1 e esta foi escolhida em virtude da facilidade na determinação de um parâmetro experimental que caracteriza o final do processo químico.



Como há a formação de uma espécie precipitada de enxofre, foi explicado aos estudantes que a solução ficaria branca quando a reação ocorresse, sendo este o indicativo experimental que caracterizaria o fim da cronometragem nos diversos ensaios a serem executados. Além disto, um outro aspecto que precisou ser discutido foi o descarte desta espécie potencialmente tóxica, atentando-se para as principais problemáticas ambientais relacionadas à presença excessiva dos contaminantes derivados desta na natureza.

Além disto, há, também, na reação, a formação do dióxido de enxofre (SO_2), um gás extremamente tóxico para a atmosfera. Neste contexto, houve a necessidade de justificar que a quantidade de gás liberada naqueles processos reacionais estaria muito abaixo do parâmetro legal estabelecido na legislação brasileira e, portanto, não haveria danos reais à saúde do meio ambiente. Para esta justificativa, um conteúdo de química estudado previamente pelos estudantes foi revisitado: os cálculos estequiométricos.

Neste contexto, toda a análise matemática foi realizada em conjunto com os alunos, na perspectiva de proporcionar uma aplicação real de um conteúdo visto anteriormente, bem como atentá-los para a necessidade de um bom planejamento quando se realiza análises experimentais, o que aproxima, de certa forma, o trabalho real dos cientistas com a realidade dos alunos, proporcionando uma visão diferenciada no que tange à construção dos conhecimentos científicos e à própria disciplina de química, para além de motivar os estudantes no que concerne ao estudo desta ciência, conforme preconizam Silva e Claudino (2017).

A resposta dos estudantes à primeira etapa da sequência didática foi entusiástica, haja vista que os mesmos se mostraram curiosos com relação à nova atividade. Além disto, cabe ressaltar, também, que na aula anterior à atividade, quando foi solicitado dos alunos que trouxessem equipamentos de proteção individual (EPIs), a resposta foi exatamente oposta, inclusive com queixas dos mesmos porque não gostariam de fazer relatórios. Neste sentido, percebeu-se que a concepção que os estudantes tinham acerca das atividades experimentais estava intimamente relacionada à escrita de relatórios padronizados, solicitados depois da realização de “receitas”, ou seja, as experimentações que os estudantes estavam habituados reduziam todo o processo de investigação à reprodução de

etapas experimentais através de roteiros pré-determinados (FERREIRA, HARTWIG, OLIVEIRA, 2010), o que gera desânimo e desmotivação, resultados estes similares aos obtidos por Betg *et al* (2003).

A segunda etapa, central neste trabalho, corresponde à realização das atividades experimentais. Os estudantes, quando se direcionaram para as bancadas do laboratório, sabiam somente o objetivo da análise: verificar a influência da concentração dos reagentes na velocidade da reação. Além disto, os mesmos receberam, também, a ficha avaliativa, a qual continha dados (quadro 1) que sugeriam proporções de água e solução de tiosulfato de sódio a serem adicionadas em cada béquer para a realização dos cinco ensaios solicitados.

Inicialmente, os estudantes analisaram a ficha de observação experimental e, em grupo, foram instruídos a discutir qual seria a melhor abordagem para que o objetivo da investigação fosse atingido, utilizando, somente, dos materiais que estavam disponíveis em cada bancada. A ficha certamente fornecia um indício da melhor abordagem, entretanto, os alunos poderiam propor metodologias diferenciadas e prosseguir com os testes. Quando a proposição dos mesmos não era quimicamente viável para atingir os objetivos, havia uma discussão, na perspectiva de justificar o porquê da ineficiência do conjunto de métodos proposto, redirecionando os alunos para uma análise diferenciada da problemática.

Quadro 1. Dados na ficha de observação experimental sugerindo proporções volumétricas de água e tiosulfato de sódio para a realização de cinco ensaios.

Béquer	1	2	3	4	5
V. Na ₂ S ₂ O ₃ 0,15 M (mL)	25	20	15	10	5
V. H ₂ O (mL)	0	5	10	15	20
Tempo de reação (s)					

Quando todos os grupos definiram a metodologia a ser utilizada, a qual, como previsto, estava de acordo com a proposição da ficha, sintetizada no quadro 1, os mesmos prosseguiram para a realização das análises. Durante o processo de investigação, os estudantes eram recorrentemente questionados acerca de suas observações, bem como das dúvidas inerentes ao processo experimental, para além de serem instigados à discussão dos resultados preliminares obtidos nas primeiras etapas.

A primeira percepção de todos os grupos foi que a adição de água à solução de tiosulfato de sódio causava uma maior lentidão no processo reacional, o que significa que o tempo de reação era maior. A partir destas inquietações, os estudantes foram questionados sobre

qual propriedade da solução se alterava com a adição de água. De início, a grande maioria dos grupos não conseguiu estabelecer uma resposta coerente, a despeito de todos terem previamente estudado as propriedades das soluções. No entanto, a comunicação entre os integrantes, ao decorrer da atividade experimental, permitiu que todos chegassem à unanime conclusão de que a concentração das soluções era alterada pela adição de água.

Mais uma vez, um conteúdo anteriormente estudado pelos alunos pôde ser revisitado através da atividade experimental de caráter investigativo, sendo esta uma oportunidade de o aluno realizar uma autoavaliação com relação à sua aprendizagem, verificando suas falhas e tendo a oportunidade de criar planos de ação pessoais que possibilitem a aprendizagem dos conceitos que não foram assimilados. Entende-se, no entanto, que essa consciência pessoal deve ser estimulada exclusivamente pelo professor nas situações de aprendizagem onde a motivação é fundamental, podendo estas situações ser possibilitadas por metodologias ativas como a experimentação investigativa.

Nos primeiros momentos da realização dos experimentos, foi possível notar a dificuldade dos estudantes de comunicação e interpretação dos resultados obtidos. De acordo com Borges (2002), o progresso dos alunos em atividades desta natureza não é imediato, assim como o desenvolvimento da autonomia e das demais atribuições associadas à atividade. Além disto, os sujeitos desta pesquisa nunca vivenciaram previamente metodologias de natureza investigativa, o que pode servir como justificativa para as dificuldades na forma de lidar com o processo e interpretar os principais resultados.

A partir da realização do terceiro ensaio, os alunos começaram a perceber que a diminuição na concentração dos reagentes aumentava o tempo de reação. No entanto, nenhum grupo conseguiu, imediatamente, realizar a relação direta entre concentração e velocidade de reação, o que deve estar relacionado ao fato de a velocidade não ser uma variável direta mostrada no quadro disponibilizado na ficha de observação experimental, sendo necessário que os alunos refletissem sobre a influência do tempo na variação da velocidade. Esta reflexão, por sua vez, está diretamente relacionada ao estudo dos movimentos dos corpos na disciplina de Física, uma vez que o conceito de velocidade de reação segue a mesma premissa no que concerne à relação entre velocidade e tempo.

Nesta perspectiva, havia a necessidade de os estudantes estabelecerem uma relação entre os conteúdos vistos na disciplina de Física para que pudessem justificar os resultados observados na experimentação investigativa. Durante a aula, os mesmos não conseguiram lembrar dos conceitos e foram encorajados a pesquisar nos livros didáticos e em fontes da internet e escrever a resposta na ficha de observação

experimental. Este movimento de escrita das anotações é essencial para que os alunos reflitam sobre os resultados obtidos e achem uma justificativa plausível para os mesmos (FRANCISCO, FERREIRA, HARTWIG, 2008).

Ao final de todas as análises, todos os quadros contendo os dados obtidos por todos os grupos foram fotografados, com o objetivo de construir o terceiro momento da sequência didática, o qual seria vivenciado em uma outra aula. Para os estudantes, ficou o papel de levar para o próximo encontro a ficha de avaliação experimental completamente respondida, para que todos participassem das discussões da aula seguinte, mostrando os resultados e as conclusões obtidas pelo grupo.

No que concerne à análise dos tempos de reação obtidos por cada grupo nos ensaios, foi perceptível que havia proximidade nos resultados, o que foi essencial para justificar a construção de gráficos que mostrassem a relação de proporcionalidade entre a concentração dos reagentes e o tempo de reação, surgindo a ideia de mostrar estes gráficos no terceiro momento da sequência didática. Portanto, dois gráficos foram construídos utilizando a média aritmética dos valores de tempo de reação obtidos pelos grupos. A figura 1 mostra um dos gráficos, o qual relaciona a concentração dos reagentes pelo inverso do tempo de reação.

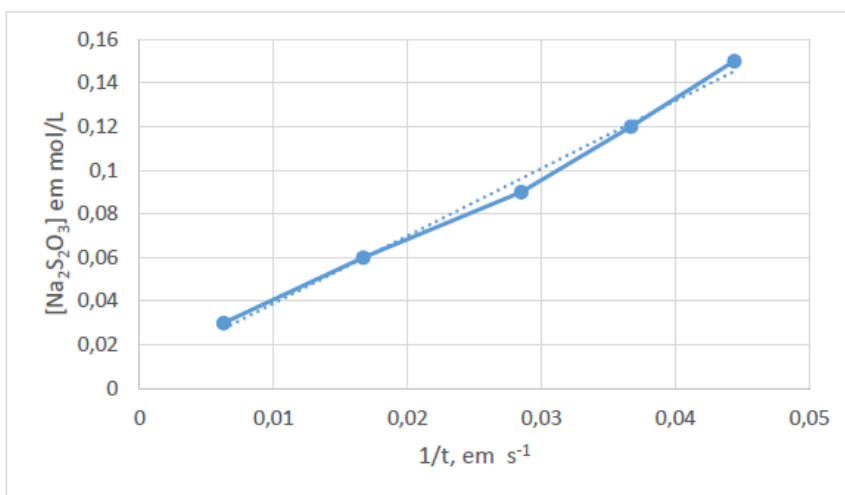


Figura 1. Gráfico construído a partir dos dados obtidos pelas análises dos estudantes.

A análise do gráfico permite concluir que, de fato, há uma relação de proporcionalidade entre a concentração dos reagentes e o tempo de reação, onde o aumento da concentração dos reagentes provoca uma diminuição no tempo de reação. Cabe ressaltar, também, que o pontilhado corresponde a uma normalização retilínea dos resultados obtidos, bem como o tracejado corresponde aos dados obtidos, pelos grupos, por via experimental. Logo, é possível

concluir que os resultados foram precisos no que tange à descrição do comportamento proporcional da concentração com relação ao tempo em um estudo cinético, o que é confirmado quando se compara a normalização retilínea dos valores esperados com os dados obtidos experimentalmente.

Neste contexto, para o terceiro e último momento da sequência didática, uma apresentação foi construída, incluindo o gráfico mostrado, com o objetivo de discutir com os alunos os resultados obtidos por eles mesmos e introduzir, finalmente, o conteúdo. Nesta etapa, cada grupo teve a oportunidade de discutir os resultados e as conclusões, refletindo com relação ao significado prático daquelas observações. No geral, todos os grupos conseguiram estabelecer a relação de que o aumento da concentração dos reagentes provoca um aumento na velocidade da reação, através da diminuição do tempo, inclusive com um dos grupos justificando esta conclusão através da análise matemática da equação de velocidade média de reação. Além disto, os alunos conseguiram estabelecer a relação entre tempo de reação e velocidade, necessária para justificar os resultados.

O fato de o terceiro momento da sequência didática ter sido construído através dos resultados obtidos na experimentação investigativa foi um dos principais contribuidores para o sucesso desta, uma vez que os alunos se sentiram familiarizados com o conteúdo, haja vista que todo o processo de ensino e aprendizagem ocorreu com base nos dados construídos por eles no decorrer da realização de toda a atividade. Além disto, foi possível contextualizar o conteúdo de Cinética Química, explicando, inicialmente, a interpretação molecular para o fato de o aumento da concentração dos reagentes resultar no aumento da velocidade de reação, prosseguindo com algumas aplicações cotidianas como, por exemplo, em *airbags* presentes em carros, bem como na síntese de novos materiais. Nesta mesma discussão, foi possível compreender o método do isolamento, utilizado pelos próprios estudantes nas análises.

Deste modo, a sequência didática foi fundamental para o sucesso dos alunos com relação à aprendizagem dos conceitos propostos, a qual possibilitou uma participação efetiva e ativa da turma, bem como ocorreu de forma dinâmica, gerando curiosidade e incentivando a construção de conhecimentos. Além disto, os resultados demonstram o potencial da experimentação investigativa no ensino de química, haja vista que os estudantes se deparam com problemas reais e atuam, efetivamente, como cientistas na resolução das problemáticas, o que, para além de trazer experiência com relação ao manuseio de equipamentos laboratoriais, contribui com a aprendizagem dos alunos de forma significativa.

CONCLUSÕES

Dado o contexto da necessidade de surgimento de novas práticas metodológicas no ensino de química que promovam a efetivação da construção do processo de ensino e aprendizagem, este trabalho teve o objetivo de propor e analisar a aplicação de uma sequência didática sobre cinética química em uma turma de segundo ano do ensino médio, onde uma das etapas correspondia ao planejamento e aplicação de uma atividade de experimentação investigativa, sendo esta uma oportunidade de os estudantes analisarem uma problemática real através da utilização do método experimental.

Constatou-se que a sequência didática deve ser devidamente planejada pelo professor levando em consideração o contexto dos alunos e as necessidades de aprendizagem. Além disso, foi possível notar que a flexibilização da sequência, no sentido de que uma das etapas seja planejada a partir dos resultados obtidos por uma etapa anterior, no contexto deste trabalho, foi essencial para que a construção do conhecimento fosse realizada de forma contextualizada e integrada aos resultados obtidos pela experimentação investigativa.

No que concerne ao principal momento proposto na sequência didática e, conseqüentemente, neste trabalho, a experimentação de natureza investigativa, percebeu-se que os alunos conseguiram estabelecer a relação entre concentração de reagentes e velocidade de reação através da realização de cinco ensaios, bem como foi possível revisar conteúdos previamente estudados pelos aprendizes, de modo que houve uma aplicação prática destes conteúdos e, possivelmente, a atribuição de uma maior significação aos mesmos. Além disso, a curiosidade dos estudantes foi sendo cada vez mais estimulada pelo próprio processo de experimentação, o que confirma a importância de abordagens deste tipo para o processo de ensino e aprendizagem.

Por fim, a análise da sequência didática proposta com a experimentação investigativa permitiu concluir que esta abordagem tem um potencial elevado de contribuição para o processo de aprendizagem, uma vez que posiciona o aluno como agente ativo, permitindo que o mesmo desenvolva habilidades e competências essenciais tanto para a formação cidadã quanto para a construção de conhecimentos químicos, transformando a sala de aula em um ambiente dinâmico e enriquecedor.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W., PAULA, J. de. **Físico-Química**, 8º ed., Rio de Janeiro: LTC, 2008.

BENITE, A. M. C., BENITE, C. R. M. O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro. **Revista Iberoamericana de Educación**, nº48/2, 2009.

BERG, C. A. R., BERGENDAHL, V. C. B., LUNDBERG, B. K. S. Benefiting from an open-ended experiment? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiment. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 3, p. 351-372, 2003.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 9, n. 3, p. 291-313, 2002.

BUNTINE, M. A., READ, J. R., BARRIE, S. C., BUCAF, R. B., CRISP, G. T., GEORGE, A. V., JAMIE, I. M., KABLE, S. H. Advancing chemistry by enhancing learning in the laboratory (ACELL): a model for providing professional and personal development and facilitating improved student laboratory learning outcomes. **Chemistry Education Research and Practice**, n. 8, p. 232-254, 2007.

COSTA, T. S., ORNELAS, D. L., GUIMARÃES, P. I. C., MERÇON, F. A corrosão na abordagem da cinética química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 22, 2005.

ECHEVERRÍA, A.R., MELLO, I. C.; GUACHE, R. Livro didático: Análise e utilização no Ensino de Química. In: SANTOS; W.L.P.; MALDANER, O.A. (Org.) **Ensino de Química em Foco**. – Ijuí: Ed. Unijuí, 2010, pp. 263-286.

FERREIRA, L. H., HARTWIG, D. R., OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FRANCISCO JR, W. E., FERREIRA, L. H., HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciência. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 30, p. 34-41, 2008.

GIL-PÉREZ, D.; VALDÉS CASTRO, P. **La orientación de las prácticas de laboratorio con investigación**: Un ejemplo ilustrativo. Enseñanza de Las Ciencias, p. 155-163, 1996.

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

GUEDES, S. S. **Experimentação no ensino de ciências**: atividades problematizadas e interações dialógicas. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

GUNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Psicologia: teoria e pesquisa**, vol. 22, n. 2, p. 201-210, 2006.

HOFSTEIN, A., MAMLOK-NAAMAN, R. The laboratory in science education: the state of the art. **Chemistry Education Research and Practice**, p. 105-107, 2007.

LIMA, J. F., PINA, M. S. L., BARBOSA, R. M. N., JÓFILI, Z. M. S. A contextualização no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 11, p. 26-29, 2000.

LISBÔA, J. C. F. QNEsc e a seção experimentação no ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 37, p. 198-202, 2015.

MACHADO, P.F.L.; MOL, G.S. Experimentando química com segurança. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 57-60, 2008.

NUNES, A. S., ADORNI, D. S. **O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos.** In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans, 2010, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.

POZO, J. I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I., CRESPO, M. A. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 296p.

SILVA, A. R., CLAUDINO, O. R. A execução de atividades experimentais no ensino de ciências: suas contribuições para a formação inicial do professor. IN: CONEDU, 2017, João Pessoa – PB. **Anais IV CONEDU**, v. 1, 2017.

REID, N., SHAH, I. The role of laboratory work in university chemistry. **Chemistry education research and practice**, n. 8, p. 172-185, 2007.

SUART, R. C., MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Revista Ciências e Cognição**, v. 14, p. 50-74, 2009.

VALADARES, J. **Abordagens construtivistas e investigativas à actividade experimental.** IV Encontro Nacional de Didáticas e Metodologias da Educação - Percursos e Desafios, Universidade de Évora, 2001.