



Investigação Orientada por Argumentos no Ensino de Química de Nível Médio: uma proposta em cinética

Soledad Mureb Barbosa e Nilcimar dos Santos Souza

Este trabalho apresenta uma abordagem para as aulas de química em laboratório baseada na possibilidade de trabalhar a ciência em atividades experimentais mais significativas para os estudantes. O modelo instrucional permite que os estudantes criem seus próprios métodos para conduzir investigações e gerar e usar dados para responder questões investigativas, além de permitir que escrevam e sejam mais reflexivos enquanto investigam atividades experimentais. A presente pesquisa foi conduzida como uma experiência didática inspirada nesse modelo, em uma escola pública de ensino médio. A pesquisa foi realizada em turma de segundo ano e durou cerca de quatro horas. Os relatórios dos estudantes e o guia de revisão por pares serviram como dados para a análise da aplicação do modelo. Os resultados qualitativos e quantitativos indicaram que os estudantes foram capazes de conduzir os seus próprios experimentos e usar as evidências na forma de dados e observações empíricas para argumentar, de forma científica, sobre os conceitos envolvidos no estudo.

► argumentação, investigação científica, experimentação ◀

Recebido em 23/09/2020, aceito em 21/12/2020

74

Governos, pesquisadores e professores tratam frequentemente da necessidade de reestruturar o ensino médio (Avancini e Alvarez, 2016; Azevedo e Reis, 2013; Moehlecke, 2012), de maneira que o debate sobre a educação transita entre o domínio político, o científico, o acadêmico e o escolar (Agência Câmara, 2017; Agência Senado, 2017; Amorim, 2017; ISTOÉ, 2017; Portal Brasil, 2016; Serrão, 2016). Mais recentemente, a Lei nº 13.415/2017 alterou e reformulou a estrutura curricular do ensino médio, reorganizando o currículo de modo a contemplar cinco itinerários formativos. Essas e outras alterações introduzidas, sem o necessário debate com a sociedade, colocou a Química no novo bojo das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Esse é mais um episódio da história da educação brasileira, marcada por uma sucessão de reformas de políticas públicas educacionais raramente democráticas, mas frequentemente imbuídas do discurso de busca da melhoria do processo de ensino e aprendizagem e da formação de professores. Por outro lado, diversas circunstâncias fazem prevalecer no

[...] as atividades experimentais se apresentam como uma importante estratégia didática, reunindo uma extensa gama de contribuições de experiências a esse respeito.

sistema educacional a tendência de aulas tradicionais.

No âmbito da Química, “para que as reformas no ensino de química sejam alcançadas, algumas mudanças devem ocorrer na prática cotidiana efetiva nas salas de aula, como no papel que o estudante

assume, na natureza do conteúdo, nas tarefas e avaliações e na organização social da sala” (Walker e Sampson, 2013a, p. 563, tradução nossa).

Nesse contexto, as atividades experimentais se apresentam como uma importante estratégia didática, reunindo uma extensa gama de contribuições de experiências a esse respeito. Segundo Oliveira (2010), as aulas experimentais podem apresentar uma riqueza de contribuições e possibilidades metodológicas, tais como: o aprendizado de conceitos científicos (Oliveira, 2010; Walker e Sampson, 2013a), o aprimoramento da capacidade de observação e registro de informações (Oliveira, 2010; Walker et al., 2011, Walker e Sampson, 2013a), a capacidade de analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos (Oliveira, 2010) e a possibilidade de detectar e corrigir erros conceituais que são expressos nas

explicações prévias ou posteriores ao experimento dos estudantes (Oliveira, 2010; Walker e Sampson, 2013b). Oliveira (2010) cita, ainda, contribuições relacionadas à preparação do estudante para a cidadania (Santos e Schnetzler, 2003), tais como o desenvolvimento da capacidade de trabalhar em grupo (Oliveira, 2010; Walker et al., 2011); o desenvolvimento da iniciativa pessoal, a compreensão sobre a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação (Oliveira, 2010, Walker e Sampson, 2013a).

Além das atividades experimentais, o desenvolvimento de habilidades argumentativas em aulas de ciências é uma necessidade urgente apontada e defendida por vários pesquisadores (Driver *et al.*, 2000; Kuhn, 1993; Motokane, 2015; Sampson e Blanchard, 2012) e uma das competências gerais da mais recente reforma curricular da educação básica. Walker e Sampson (2013a) defendem a argumentação “como um recurso curricular chave, que pode ajudar os estudantes no desenvolvimento da alfabetização no contexto da ciência” (p. 561, tradução nossa). Mas o que seria essa argumentação? Segundo os mesmos autores, a argumentação se refere a uma forma de discurso lógico, cujo objetivo é investigar o relacionamento entre ideias e provas. Argumentação científica requer que os indivíduos analisem e avaliem dados para depois racionalizar o seu uso como evidência para uma proposição. O argumento científico, por outro lado, consiste de uma proposição apoiada por evidências e um raciocínio. O componente de evidência de um argumento refere-se aos dados que foram coletados e depois usados para apoiar a validade ou aceitabilidade da proposição. Esses dados podem tomar várias formas que variam de medições tradicionais a observações. No entanto, para que esse dado seja considerado uma evidência, ele precisa ser analisado e interpretado para mostrar (a) uma tendência ao longo do tempo, (b) uma diferença entre grupos ou objetos, ou (c) uma relação. O componente de raciocínio de um argumento científico explica não só porque a evidência apoia a proposição, mas também estabelece a validade ou relevância da evidência (Walker e Sampson, 2013a).

No contexto das ciências, a argumentação caracteriza-se como uma forma de comunicar conhecimentos e ideias. Para criar hipóteses, previsões, modelos, explicações para fenômenos naturais, os cientistas utilizam evidências experimentais com pressupostos teóricos. Ou seja, constroem argumentos para sustentar ou refutar afirmações, persuadindo a comunidade em favor de suas ideias (Scarpa, 2015). Pode-se afirmar que a linguagem científica é, por natureza, uma linguagem argumentativa (Duschl e Osborne, 2002; Erduran e Jiménez-Aleixandre, 2008; Sasseron, 2015).

Duschl (2008) aponta cinco potenciais contribuições da argumentação na sala de aula de ciências: acesso ao raciocínio cognitivo e metacognitivo, desenvolvimento da comunicação e do pensamento crítico, desenvolvimento da

alfabetização científica, participação em práticas de cultura científica e crescimento do raciocínio com emprego de critérios coerentes.

Nessa perspectiva, o modelo instrucional denominado *Argument-Driven Inquiry* (ADI) busca conciliar em uma estratégia didático-pedagógica a atividade experimental e a argumentação. Ele foi desenvolvido na Escola de Formação de Professores da Universidade Estadual da Flórida, no grupo de pesquisa do professor Victor Sampson. A ADI, aqui denominada de método de Investigação Orientada por Argumentos (IOA), é uma abordagem para o laboratório baseada em pesquisas sobre o aprendizado de ciências e sobre os contextos que podem tornar as atividades de laboratório mais significativas para os estudantes, uma vez que estimula o aprendizado da ciência enquanto se faz ciência. Os professores poderiam usá-la para ajudar os estudantes a desenvolver as habilidades de escrita argumentativa, no âmbito da ciência, ao mesmo tempo em que ensinam conceitos centrais da ciência (Sampson *et al.*, 2013). A pesquisa aqui apresentada foi inspirada nos trabalhos produzidos pelo referido grupo do professor Victor Sampson, tendo como propósito conduzir uma experiência didática em uma escola pública de ensino médio do município de Macaé, RJ.

No âmbito dos referenciais do método IOA, a presente pesquisa visa uma intervenção no ensino de química de nível médio, mobilizando conceitos de cinética e tendo como objetivo principal responder a seguinte questão de

investigação: em que medida as atividades experimentais realizadas com estudantes do ensino médio concebidas a partir do método IOA favorecem a prática da argumentação científica?

Referencial Teórico

As orientações teóricas que conduzem o desenvolvimento da presente pesquisa se situam no método IOA. Ele é baseado na teoria de aprendizagem do construtivismo social. Seu ponto central é a argumentação e o papel do argumento na construção social do conhecimento científico ao promover a investigação experimental empírica (Walker e Sampson, 2013a; Walker *et al.*, 2011; Walker *et al.*, 2012).

No método IOA o professor não segue um roteiro de prática experimental tradicional, prescritivo de tarefas (Walker *et al.*, 2011). Ele discute brevemente o tópico que está sendo investigado e apresenta a questão orientadora, evitando sistematizar procedimentos do experimento ou fornecer respostas prontas. É natural que, após iniciarem os procedimentos, os estudantes tendam a perguntar se suas ideias de como proceder com o experimento estão corretas. O professor deve aproveitar esse momento e ajudá-los a desenvolver uma boa investigação por meio de questões reflexivas, como, por exemplo, perguntar o que eles pretendem com aquilo

Argumentação científica requer que os indivíduos analisem e avaliem dados para depois racionalizar o seu uso como evidência para uma proposição. O argumento científico, por outro lado, consiste de uma proposição apoiada por evidências e um raciocínio.

ou porque estão fazendo daquela maneira. À medida que os estudantes realizam a investigação, o professor deve orientar e auxiliar sem que interfira no processo de investigação dos estudantes.

Aos estudantes, o método IOA permite que eles compartilhem e avaliem os argumentos uns com os outros, permite a coleta e análise de dados, além de possibilitar a melhoria da comunicação, das habilidades de escrita e de revisão, de compreensão da construção do conhecimento científico e da oportunidade de praticar experimentação laboratorial pessoalmente.

Sete passos foram projetados para integrar o aprendizado dos conceitos científicos com investigação, argumentação e escrita, de tal forma que pouca explicação explícita é necessária. Os estudantes ganham habilidades por meio do envolvimento nas investigações do laboratório, partindo do projeto de investigação, passando pela análise de dados, desenvolvimento do argumento, da argumentação oral e finalizando com um argumento escrito em forma de relatório (Walker e Sampson, 2013a).

Cada passo produz algum impacto na aprendizagem dos estudantes. Resultados de pesquisas mostraram que, em laboratórios que usam o método IOA, os estudantes têm melhores habilidades de raciocínio, atitude mais positiva sobre a ciência, maior criticidade na revisão por pares, capacidade de usar melhor as evidências científicas (Sampson *et al.*, 2010b) e de produzir argumentos escritos de melhor qualidade (Sampson *et al.*, 2010a).

O primeiro passo do método IOA é a *identificação da tarefa*, feita pelo professor. O objetivo desse passo é introduzir o tópico principal a ser estudado. Segundo Walker e Sampson, “os estudantes geralmente agem como se o principal objetivo de uma investigação no laboratório fosse o de seguir as instruções ou de chegar à resposta certa” (2013a, p. 565, tradução nossa). Por isso, é fundamental apresentar a investigação do laboratório como uma oportunidade para descobrir algo ou resolver algum problema, de maneira a alcançar investigativamente um conceito científico. Para facilitar esse objetivo, o professor deve criar um roteiro que inclua uma breve introdução, que ajude a chegar à solução do problema ou da tarefa que devem finalizar e uma questão investigativa para responder. O roteiro também deve incluir uma lista de materiais que os estudantes podem usar durante a investigação e algumas dicas ou sugestões para ajudá-los a começar a investigação.

O segundo passo do método IOA é a *elaboração de um método e a coleta de dados*. O professor divide a turma em pequenos grupos de três ou quatro estudantes para trabalharem de forma colaborativa a fim de desenvolver e implementar o seu próprio método, como, por exemplo, um experimento, uma observação sistemática, ou uma análise de um grande conjunto de dados. O objetivo desse passo

é proporcionar aos estudantes a oportunidade de aprender como desenvolver e executar investigações informativas, analisar dados, e aprender como lidar com as ambiguidades do trabalho empírico (Walker *et al.*, 2011; Walker *et al.*, 2012).

No terceiro passo, *desenvolvimento de uma tentativa de argumento ou argumento preliminar*, o professor pede para que os estudantes organizem seus pensamentos e as informações obtidas, em um quadro branco ou qualquer outro meio para que todos do grupo possam ver. Esse quadro deve conter as proposições, evidências e um raciocínio necessário para

que o argumento seja desenvolvido. A Figura 2 do Anexo A mostra um exemplo de como pode ser esse quadro. Walker e Sampson (2011) definem “proposições” como uma conclusão, suposição, explicação, declaração descritiva, ou uma resposta para a questão investigativa. As evidências do argumento podem ser de diversas formas, como, por exemplo, a observação da mudança da cor de uma solução, do pH ou da temperatura. Contudo, devem mostrar: (1) tendência ao longo do tempo; (2) diferença entre grupos ou objetos; ou (3) relação entre variáveis, para que possam validar a proposição. Os autores ainda definem que o raciocínio empregado para apresentar, explicar e validar as evidências fornecidas como evidências válidas são, também, componentes do argumento.

No quarto passo, a *sessão de argumentação*, os grupos compartilham seus argumentos com o intuito de determinar qual proposição é mais válida e aceitável. Um membro de cada grupo permanece na sua bancada, ou conjunto de mesas, se ocorrer em sala de aula, para compartilhar o argumento daquele grupo, enquanto os outros membros do grupo vão para outras bancadas para ouvir e contra-argumentar os argumentos dos outros grupos. Como consequência, os estudantes desenvolvem sua habilidade de comunicação e expressão.

O quinto passo é a *criação de um relatório investigativo*. Ele surge da admissão da escrita como um componente indispensável na investigação científica. Assim, cada estudante deve preparar um relatório investigativo, em casa, que consista de três seções, sendo que cada uma deverá fornecer uma resposta para uma das seguintes perguntas: (1) que pergunta você estava tentando responder e por quê?; (2) o que você fez durante a sua investigação e por que você conduziu sua investigação desta forma?; e (3) qual é o seu argumento? O relatório deve responder a essas perguntas em cerca de duas páginas. O professor deve encorajar os estudantes a organizar os dados obtidos em gráficos ou tabelas e mencioná-los no texto. Dessa forma, os estudantes aprendem a passar a informação de múltiplos modos. As três perguntas do relatório contemplam as mesmas informações de relatórios mais tradicionais, porém são projetadas para ajudar a compreender o conteúdo enquanto escreve e entender a importância do argumento na ciência (Walker e Sampson, 2013b).

Aos estudantes, o método IOA permite que eles compartilhem e avaliem os argumentos uns com os outros, permite a coleta e análise de dados, além de possibilitar a melhoria da comunicação, das habilidades de escrita e de revisão, de compreensão da construção do conhecimento científico e da oportunidade de praticar experimentação laboratorial pessoalmente.

O sexto passo é chamado de *revisão às cegas por pares*. Cada estudante deve entregar quatro cópias, sem identificação, do seu relatório para o professor. O professor os identifica apenas com um número e depois os distribui aleatoriamente pelos grupos. Cada grupo deve receber, por pessoa, um relatório e um guia com orientações para a revisão por pares. Mas o grupo deve revisar cada relatório como um time e decidir se precisa de melhorias ou se pode ser aceito daquela maneira. O guia de revisão por pares (Anexo B) contém critérios específicos que devem ser usados para revisar os relatórios e avaliar a qualidade dos mesmos sob diferentes aspectos, que servem para o grupo ajudar o autor a melhorar a qualidade do seu relatório, uma vez que o grupo indica o que pode ser melhorado. Além de uma avaliação direta de seu relatório, esse passo dá oportunidade de o estudante ler a escrita dos outros, proporcionando, dessa forma, exemplos de outras maneiras de apresentar a informação no texto (Walker e Sampson, 2013b).

O sétimo e último passo é a *revisão do relatório investigativo* feita individualmente e baseada no *feedback* do guia de revisão por pares. Os relatórios considerados pouco adequados pelos colegas devem ser reescritos para depois serem entregues ao professor. Os relatórios considerados adequados podem ser entregues diretamente para o professor. No entanto, Walker *et al.* (2011) afirmam que os estudantes normalmente preferem revisar os seus relatórios em vista do que leram e dos comentários que receberam dos companheiros antes de entregar. Finalmente, os relatórios revisados, os guias de revisão por pares e a versão original do relatório devem ser entregues ao professor para serem avaliados. Os relatórios também são avaliados pelo professor com uma rubrica de avaliação no mesmo guia de revisão preenchido pelos estudantes no passo anterior.

Percurso Metodológico

A experiência didática desenvolvida na presente pesquisa lança mão das orientações teóricas e metodológicas do método IOA para inspirar o desenvolvimento de uma sequência de atividades didáticas realizadas em uma escola municipal de ensino médio.

A pesquisa tem caráter quantitativo e qualitativo ou pesquisa do tipo *quanti-quali* (Ivenicki e Canen, 2016). O estudo se concretizou no âmbito do Estágio Supervisionado da autora da pesquisa, doravante denominada de instrutora, em uma turma de 35 estudantes do segundo ano do ensino médio, da escola municipal conveniada à universidade em que a aluna estava matriculada e que funciona nos moldes de um Colégio de Aplicação.

Segundo os estudos de Walker e Sampson (2013b), realizado em uma turma de laboratório de química geral

de uma graduação, uma investigação IOA dura de quatro a seis horas. É provável que as primeiras investigações sejam as que exijam mais tempo, uma vez que a turma ainda desconhece a metodologia e possivelmente seja a primeira vez que tem a oportunidade de desenvolver seu próprio método experimental. Na presente pesquisa dispôs-se de cerca de quatro horas para a investigação.

O conceito escolhido para trabalhar com os estudantes foi a cinética química. Assim, o roteiro foi baseado nesse conceito. O objetivo do experimento era que os estudantes conseguissem observar e compreender, por meio da prática, como a temperatura e a superfície de contato influenciam na velocidade da reação. Para tanto, a questão investigativa do roteiro era: *como mudanças na temperatura e na superfície de contato dos reagentes afetam a velocidade da reação?* O roteiro (Anexo A) também continha uma introdução sobre o tema para ajudar os estudantes na solução do problema. O experimento realizado no laboratório da escola não exigia instrumentação específica e própria de laboratórios, mas buscava a redução de custos com utilização de materiais alternativos, e não envolveu uso de reagentes tóxicos.

Para realização do experimento, fornecemos aos estudantes água gelada, água em temperatura ambiente, água quente, cinco pastilhas efervescentes e cinco copos plásticos de 200 mL, além de todo o laboratório que estava à disposição dos estudantes, inclusive cronômetros. Esperava-se que eles realizassem dois exper-

imentos: para análise de como a temperatura do reagente afeta na velocidade da reação, desejava-se que os estudantes colocassem água gelada em um copo, água em temperatura ambiente em outro copo e água quente no terceiro copo e cronometrassem o tempo de decomposição da pastilha efervescente em cada temperatura.

A partir dessa observação, esperava-se que os estudantes reconhecessem que nas circunstâncias de decomposição do efervescente em temperatura mais baixa, a velocidade é menor. Desejava-se, também, que os estudantes reconhecessem que, com o aumento da temperatura, a velocidade da reação torna-se maior. Isso se deve a energia cinética média, tanto dos átomos quanto das moléculas, que aumenta à medida que eleva a temperatura e diminui à medida que reduz a temperatura. Quanto maior a energia cinética, maior a probabilidade dos átomos se chocarem, maior o número de colisões eficazes e maior a chance da reação acontecer mais rápido.

Com relação à superfície de contato, esperava-se que os estudantes triturassem uma pastilha efervescente, mantivessem outra inteira e cronometrassem o tempo de decomposição de cada uma em dois copos com temperaturas iguais. Por meio dessa observação, pretendia-se que os estudantes verificassem que a pastilha triturada se decompõe mais rapidamente que a pastilha inteira. Em nível molecular, tal

A experiência didática desenvolvida na presente pesquisa lança mão das orientações teóricas e metodológicas do método IOA para inspirar o desenvolvimento de uma sequência de atividades didáticas realizadas em uma escola municipal de ensino médio.

fato é explicado em razão de que quanto maior a superfície de contato, maior o número de colisões eficazes por unidade de tempo e, portanto, maior a velocidade da reação, uma vez que as colisões eficazes aumentam em comparação às colisões em uma superfície menor quando a pastilha está inteira.

Os 35 estudantes constituintes da turma foram divididos em seis grupos de cinco ou seis membros, separados por bancadas no laboratório da escola. Antes dos estudantes começarem os experimentos explicou-se o conceito de superfície de contato, tanto a nível macroscópico quanto submicroscópico. Para explicar o nível submicroscópico fez-se uma analogia com pequenas bolas imantadas que representavam as moléculas de um composto. Retomou-se o conceito de geometria favorável e por meio de questionamentos reflexivos os estudantes foram respondendo e construindo a concepção de superfície de contato.

No primeiro dia, o roteiro foi lido com os estudantes e logo após começaram a pensar nos métodos de como realizar os experimentos. Todas as dúvidas foram aproveitadas e respondidas com questões reflexivas que levavam os estudantes a pensar no que pretendiam com aquilo e se daquela forma conseguiriam chegar ao resultado esperado. Em nenhum momento foi dito como eles deveriam fazer o experimento. Os seis grupos conduziram suas atividades de forma a obter dados e resultados satisfatórios para a questão lançada pelo roteiro, porém de diferentes formas.

Durante o experimento os estudantes foram encorajados a preencher um quadro branco para organizar seus pensamentos e informações obtidas. Essa etapa durou duas aulas de 50 minutos e abrange os passos descritos anteriormente. Eles precisavam compreender que as evidências são as bases para qualquer conclusão científica. Por evidências, incluem-se observações e medidas para apresentar a validade da explicação, assim como dados numéricos (por exemplo, massa, tempo, temperatura) ou notas de observação (por exemplo, a cor mudou, desprende um gás, formou um precipitado), e por conclusão científica incluem-se todos os raciocínios de como a evidência sustenta a proposição e se a proposição é justificável ou não.

No dia seguinte, os estudantes fizeram um rodízio entre os grupos, sempre com um apresentador fixo em cada grupo para apresentar os seus resultados aos outros grupos. Nesse momento há uma interação muito grande entre os estudantes. Os estudantes socializaram as explicações dos grupos para toda a turma e avançaram na construção do conceito dos dois fatores que afetam a velocidade das reações. Assim que a sessão de argumentação terminou, pediu-se que os estudantes fizessem um relatório, individualmente, para a semana seguinte, e que não colocassem seus nomes. Encorajamos

os estudantes a colocarem tabelas e gráficos para ajudar na organização dos dados coletados. Essa é uma solicitação que favorece o letramento gráfico dos estudantes, algo escasso no contexto nacional das aulas de Química, conforme constataram Lima e Queiroz (2019).

Na semana seguinte, apenas 23 de 35 estudantes entregaram os relatórios baseados nas três seções indicadas no quinto passo do método IOA. Os relatórios foram recolhidos e receberam um código para sua identificação, de tal maneira que os estudantes não soubessem identificar o autor do relatório. A turma foi novamente separada em grupos e os relatórios foram entregues, junto com o guia de revisão por pares, de uma forma que os grupos não recebam o relatório de algum integrante do próprio grupo. Leu-se a folha de revisão com eles e, em equipe, cada grupo revisou, em média, quatro relatórios. Os estudantes

foram incentivados a fornecer opinião uns aos outros, com críticas ou elogios e a rever os seus relatórios à luz do que eles leram e do retorno que receberam de seus pares. Esse guia é o mesmo usado pela instrutora para avaliar os relatórios investigativos com sua rubrica de avaliação. Essa fase durou duas aulas de 50 minutos.

O guia de revisão por pares está organizado pelas três seções indicadas no quinto passo do método IOA, além de uma quarta seção sobre a qualidade da escrita, não analisada neste trabalho. Cada uma das seções continha de duas a cinco questões (Anexo B). Outro dado adicional é a avaliação feita pela instrutora dos relatórios finais, chamada de rubrica de avaliação. Ela foi desenvolvida por Walker e Sampson (2012) para analisar os relatórios investigativos. Os aspectos analisados são os mesmos do guia de revisão por pares da fase 6.

Resultados e Discussão

Os resultados foram elaborados a partir da análise dos 23 relatórios iniciais e finais dos estudantes e de suas respectivas avaliações pelos pares e pela instrutora. Esse número representa os estudantes que fizeram ambos os relatórios. O guia de revisão por pares possui uma escala com as classificações *sim*, *parcialmente* e *não*. Na rubrica da instrutora essa escala é numérica e varia de 0 a 3, de forma que o 0 significa *não foi observado* e o 3 significa que *todos os critérios foram observados*. O 1 e 2 equivalem a *parcialmente*. Para a análise de cada questão, em cada seção, foram organizados gráficos, de modo que se apresentem de forma comparativa as avaliações realizadas pelos estudantes, por meio do guia de revisão por pares, com as avaliações feitas pela instrutora, usando a rubrica de avaliação.

Eles precisavam compreender que as evidências são as bases para qualquer conclusão científica. Por evidências, incluem-se observações e medidas para apresentar a validade da explicação, assim como dados numéricos (por exemplo, massa, tempo, temperatura) ou notas de observação (por exemplo, a cor mudou, desprende um gás, formou um precipitado), e por conclusão científica incluem-se todos os raciocínios de como a evidência sustenta a proposição e se a proposição é justificável ou não.

Seção 1 – Como você executou a sua investigação e por quê?

A Figura 1 apresenta o total de ocorrências de cada classificação para cada uma das duas questões da seção 1 nos relatórios iniciais e finais.

Na Questão 1 (o autor descreveu o conceito que está sendo investigado e por que ele é útil ou necessário?) se considerou que, para que a instrutora avaliasse a introdução com *sim*, ela deveria conter: a informação essencial à compreensão do trabalho, ou seja, noções teóricas sobre o conceito do experimento, como uma breve explicação sobre os princípios de cinética química; exemplos ou informações que contassem sobre a importância de compreender os fatores que influenciam na velocidade das reações e os objetivos do experimento.

Na visão da instrutora, apenas um relatório final descreveu o conceito que estava sendo investigado, focalizando apenas nos objetivos da investigação. Apesar de 11 de 23 revisores terem feito observações acerca dessa questão no guia de revisão dos colegas, apenas quatro fizeram alterações nos seus relatórios finais. Os outros sete estudantes optaram por não modificar as suas introduções a partir da avaliação que receberam durante a revisão por pares.

Na Questão 2 (o autor descreveu o problema que teria que ser resolvido e deixou a questão orientadora ou os objetivos da investigação explícitos?) foi considerado que a inclusão da questão orientadora na introdução já assegurava a pontuação máxima na avaliação da instrutora. Como o roteiro do experimento exige que o estudante escreva que pergunta

ele estava tentando responder e por que, 20 de 23 estudantes receberam *sim* na avaliação da instrutora. Os três relatórios finais avaliados como parciais não apresentavam os objetivos de forma clara ou apresentavam a questão orientadora de forma incompleta, ou seja, não mencionavam algum dos dois fatores que deveriam ser investigados, mesmo tendo recebido essa avaliação dos colegas revisores.

Seção 2 - O que você estava tentando explicar e por quê?

A Figura 2 apresenta o total de ocorrências de cada classificação para cada uma das duas questões da seção 2 nos relatórios iniciais e finais.

Na Questão 1 (o autor descreveu o procedimento usado para realizar a investigação?) se considerou que, para demonstrar que o estudante sabe descrever o procedimento utilizado por ele para realizar a investigação, uma metodologia considerada adequada deveria descrever todos os procedimentos experimentais realizados no decorrer da investigação, ou seja, o planejamento de cada momento, de forma concreta, para coleta dos dados gerados sob aquelas circunstâncias. A metodologia deveria citar, também, os equipamentos, as quantidades e as técnicas utilizadas.

Na avaliação da instrutora, 11 de 23 estudantes descreveram detalhadamente a metodologia e conseguiram a pontuação máxima nos seus relatórios finais. Os resultados indicam que, talvez, esses estudantes não tinham ainda a capacidade de distinguir entre uma boa descrição e uma descrição parcial do procedimento, uma vez que na revisão por pares 22 de 23 estudantes consideraram as metodologias

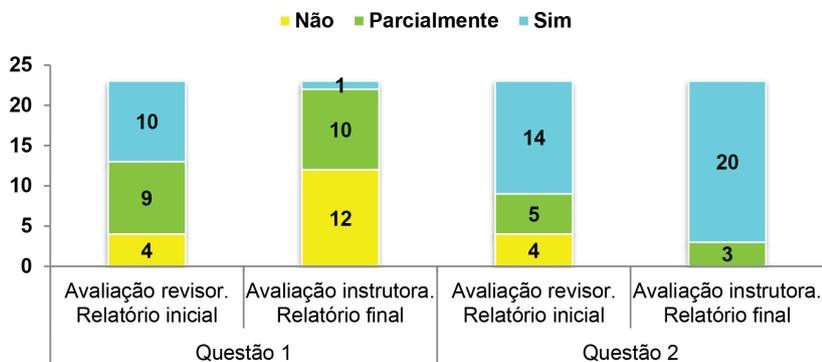


Figura 1: Comparação entre as análises dos estudantes e da instrutora para cada questão da seção 1.

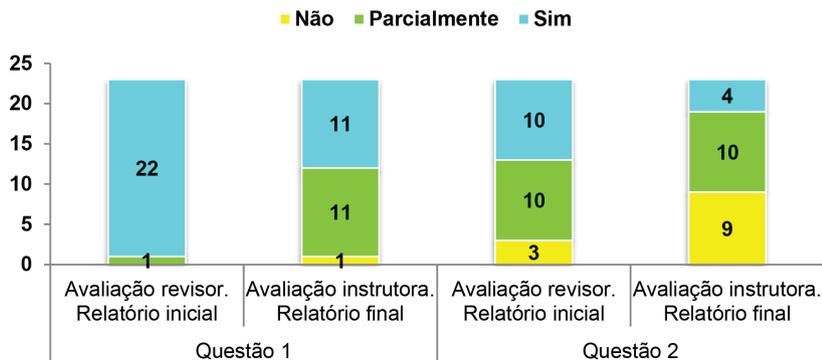


Figura 2: Comparação entre as análises dos estudantes e da instrutora para cada questão da seção 2.

dos colegas suficientes, os avaliando como *sim*, implicando, assim, na manutenção dos textos para os relatórios finais.

Na Questão 2 (o autor forneceu uma razão significativa para explicar por que o experimento foi feito dessa maneira?) se mostra que a maioria dos estudantes respondeu parcialmente essa questão nos seus relatórios finais. Consideram-se respostas parciais as que explicavam apenas um dos fenômenos ou ambos de uma forma superficial, incompleta e pouco detalhada.

Segundo a avaliação dos estudantes sobre o relatório inicial, dez deles tiveram respostas adequadas. No entanto, na análise dos relatórios finais, percebeu-se que os estudantes confundiam a explicação do por que o experimento ter sido feito daquela forma com o objetivo da investigação em si. Possivelmente, por se tratar de um experimento relativamente mais próximo de eventos corriqueiros da vida dos estudantes, como por exemplo, dissolver um achocolatado no leite, a explicação já estivesse mais perceptível para eles, principalmente no experimento do efeito da temperatura.

Observou-se que, na investigação da superfície de contato, os estudantes demoraram um pouco mais para começar o experimento. Eles precisaram refletir e pensar mais profundamente para criar as primeiras hipóteses sobre como propor o método dessa investigação. Como consequência desse processo de maior reflexão e organização dos pensamentos, os estudantes demonstraram maior facilidade no momento de explicar, na forma escrita, por que a investigação havia sido realizada daquela forma.

A Figura 3 apresenta o total de ocorrências de cada classificação para cada uma das cinco questões da seção 3 nos relatórios iniciais e finais.

Na Questão 1 (o autor desenvolveu uma explicação bem articulada que fornece uma resposta suficiente para a

questão da pesquisa?) se considerou apenas as conclusões macroscópicas dos estudantes com relação às respostas da questão orientadora da investigação.

A análise do gráfico mostra que, segundo avaliação da instrutora, 16 dos 23 relatórios finais descreviam e expressavam de forma clara e concisa suas conclusões sobre como as mudanças na temperatura e na superfície de contato dos reagentes afetam a velocidade das reações. Esse resultado indica que 70% da turma foi capaz de desenvolver o próprio método científico, analisar os dados gerados e obter uma solução empírica para o problema. Além do desenvolvimento dessas habilidades cognitivas, esse processo deu a oportunidade para que os estudantes aprendessem de forma mais autônoma e responsável sobre o conceito científico em questão. As únicas críticas realizadas pelos estudantes em dois guias de revisão por pares foram consideradas e melhoradas no relatório final. A diferença na soma de avaliações consideradas adequadas pelos estudantes (doze) para a da instrutora (dezesseis) pode ser atribuída ao fato de os estudantes terem sido mais exigentes nessa correção e terem incluído, como requisito de uma resposta adequada, afirmações em nível molecular.

Na Questão 2 (o autor utiliza evidência original para apoiar a explicação e apresenta a evidência de maneira apropriada?) se considerou que, no experimento, eram evidências a alteração de cor, a liberação de gás e o tempo de decomposição da pastilha, que indicava o tempo da reação. Esta última era essencial para os fins dessa investigação: mesmo que os estudantes não escrevessem sobre as outras, se essa estivesse de forma correta, com diagrama/gráfico/tabela e unidades certas, já seria considerada suficiente para ajudar no argumento e era avaliada com um *sim*.

Segundo a avaliação dos estudantes sobre o relatório inicial, dez deles tiveram respostas adequadas. No entanto, na análise dos relatórios finais, percebeu-se que os estudantes confundiam a explicação do por que o experimento ter sido feito daquela forma com o objetivo da investigação em si.

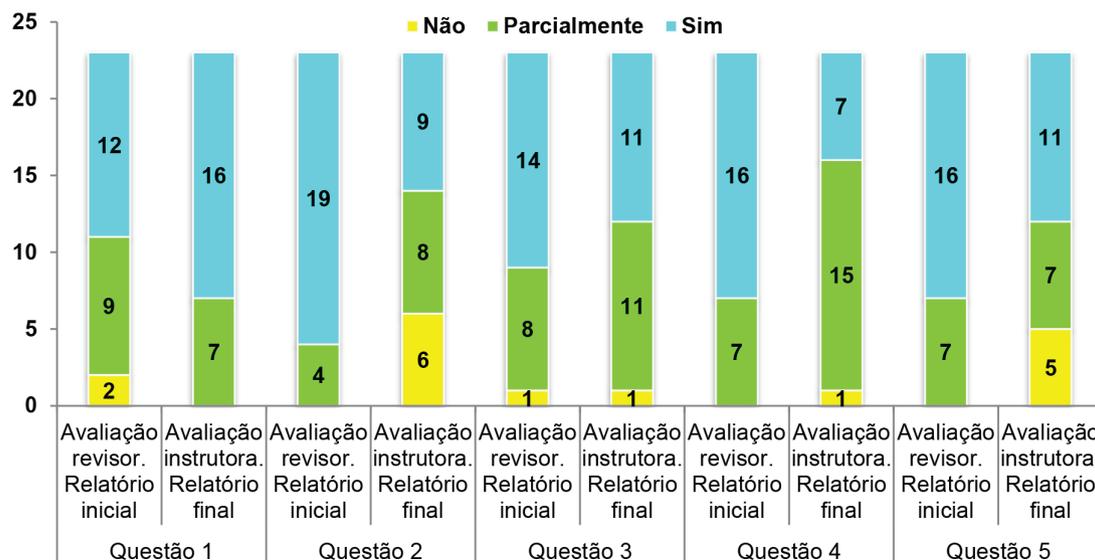


Figura 3: Comparação entre as análises dos estudantes e da instrutora para cada questão da seção 3.

Foram nove os relatórios finais que apresentaram os dados de forma clara e apropriada. Seis não apresentaram nenhum tipo de dado e oito relatórios apresentaram a evidência de forma parcialmente correta. Nos relatórios parcialmente corretos, os autores poderiam até ter apresentado dados suficientes para respaldar o argumento, mas não os apresentaram de forma clara, ou não incluíram diagramas, gráficos ou tabelas corretamente formatados, ou não usaram unidades corretas (Walker, 2011).

Na Questão 3 (o autor fornece evidência suficiente para apoiar a explicação e a evidência é válida e confiável?) se considerou que, para garantir um *sim*, o autor deveria fornecer base para todas as suas ideias usando dados válidos e confiáveis e usar todas as evidências suficientes para apoiar cada ideia (Walker, 2011). Ou seja, ele deveria escrever, para todos os testes realizados, que cronometrou o tempo de reação quando ela começou, e explicar como ele observou esse início ou o que fez para a reação começar, até o instante em que a reação terminou, quando a pastilha já estava totalmente decomposta.

O estudante deveria descrever quais variáveis continuavam iguais, temperatura ou superfície de contato. De 23 estudantes, 11 responderam de forma adequada nos seus relatórios finais. Nos 11 relatórios avaliados como *parciais* pela instrutora, os estudantes não tinham evidência suficiente para dar base ao argumento ou não souberam usá-las para dar respaldo às suas ideias. Não houve recomendação de ajustes nessa questão durante a revisão por pares.

Na Questão 4 (o raciocínio do autor é suficiente e apropriado?) se observou se o estudante explicou o porquê de a evidência ser incluída e qual evidência ajuda na explicação (Walker, 2011). O estudante deve justificar a resposta usando a evidência, uma vez que no “raciocínio científico os enunciados, conclusões, hipóteses ou teorias não constituem meras opiniões, mas devem estar sustentadas em provas, dados empíricos ou respaldo de natureza teórica” (Sasseron e Carvalho, 2011, p. 245).

No caso desse experimento, descrever que quanto maior a temperatura, mais rápida a reação, demonstrando com dados empíricos um menor tempo de reação para o copo de temperatura mais alta, um tempo pouco maior para o copo de temperatura ambiente e uma maior duração da reação para o copo com temperatura mais baixa, era suficiente. No caso da superfície de contato, o raciocínio deveria seguir a mesma lógica. A água deveria estar na mesma temperatura em todos os experimentos de superfície de contato para possibilitar a comparação dos dados.

A maioria da turma (15 de 23) foi avaliada pela instrutora como tendo atendido parcialmente, pois não utilizavam as evidências para justificar a resposta, apenas diziam que as “reações” aconteciam mais rapidamente de um jeito ou de

outro sem utilizar os dados para respaldar essas afirmações. Esse resultado é similar à pesquisa de Walker e Sampson (2013a), que disseram que os estudantes têm dificuldade em fornecer a base lógica, ou o que eles chamaram de raciocínio, para as determinadas partes de dados que eles escolheram usar como evidência em seus argumentos escritos. Contudo, “numerosos estudos em argumentação científica sugerem que essa habilidade não vem naturalmente para a maioria dos indivíduos, mas sim, é adquirida por meio da prática” (Osborne *et al.*, 2004, p.578, tradução nossa).

Na Questão 5 (a resposta do autor é consistente com o que a comunidade científica aceita e/ou com outros grupos do seu laboratório?) era observado se os resultados foram comparados de forma significativa com outros grupos ou com valores conhecidos pesquisados pelos estudantes, gerando, caso afirmativo, a avaliação *sim* da instrutora no relatório final. Conclusões claras e bem elaboradas, com informações a nível molecular, garantiram a pontuação máxima.

De 23 relatórios, onze foram além das suas observações macroscópicas e responderam com argumentos científicos, abordando questões como geometria favorável e colisão eficaz das moléculas, agitação molecular e energia suficiente para a reação ocorrer. Os sete relatórios considerados parcial-

mente satisfatórios pela instrutora explicavam apenas um dos fatores que alteram a velocidade da reação de forma submicroscópica. Por fim, cinco estudantes não fizeram nenhuma referência ao nível molecular nas suas conclusões. Entre os doze relatórios avaliados como parcial ou totalmente inadequados, nove foram sinalizados sobre a falta de explicações ao nível

molecular na revisão por pares. É altamente significativo que os estudantes identifiquem e avaliem essa deficiência nos relatórios dos colegas. Contudo, somente três estudantes consentiram e alteraram os seus relatórios finais a partir daquilo que foi apontado pelos colegas revisores nos relatórios iniciais.

Considerações finais

O presente estudo lançou mão do método IOA, que tem como objetivo promover a argumentação em aulas experimentais, baseando-se em pesquisas e recomendações atuais sobre como tornar as atividades de laboratório mais significativas para os estudantes.

Após uma atividade investigativa que se pautou na busca de soluções experimentais e teóricas para os problemas apresentados em uma aula no laboratório, os estudantes passaram por todos os sete passos do método IOA.

Observações realizadas durante o estudo e análises posteriores permitiram responder nossa questão de pesquisa, indicando que os estudantes se destacaram em vários aspectos e mostraram capacidade de propor hipóteses para

A maioria da turma (15 de 23) foi avaliada pela instrutora como tendo atendido parcialmente, pois não utilizavam as evidências para justificar a resposta, apenas diziam que as “reações” aconteciam mais rapidamente de um jeito ou de outro sem utilizar os dados para respaldar essas afirmações.

o problema em questão, de analisar os dados gerados, de aprender os conceitos científicos, de detectar e corrigir erros conceituais que foram expressos nas explicações dos outros estudantes, tanto no momento da sessão de argumentação quanto na fase da revisão por pares.

Mesmo os estudantes geralmente mais dispersos e desinteressados participaram de forma mais ativa e equilibrada com o restante da turma. Além disso, a análise dos relatórios, na perspectiva da argumentação, revelou que os estudantes melhoraram os seus relatórios como resultado do processo de revisão por pares.

Os estudantes também incorporaram elementos do

discurso científico em suas respostas e elaboraram explicações teóricas para os experimentos realizados, afastando os estudantes dos métodos mais tradicionais de ensino e os aproximando da argumentação característica da linguagem científica e dos processos de sua construção.

Soledad Mureb Barbosa (sole_mureb@hotmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, RJ – BR. **Nilcimar dos Santos Souza** (nilcimars@yahoo.com.br), doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo. Licenciado em Química pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. É docente adjunto na Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, RJ – BR.

Referências

AGÊNCIA CÂMARA NOTÍCIAS. *Sancionada lei do novo ensino médio*. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/EDUCACAO-E-CULTURA/523264-SANCIONADA-LEI-DO-NOVO-ENSINO-MEDIO.html>, acesso set. 2020.

AGÊNCIA SENADO. *Novo ensino médio pode abrir a pauta de 2017 no Plenário*. Disponível em: <http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2017/01/26/novo-ensino-medio-pode-abrir-a-pauta-de-2017-no-plenario>, acesso set. 2020.

AMORIM, F. *Temer sanciona lei para novo ensino médio: 100% de aprovação*. Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/politica/ultimas-noticias/2017/02/16/temer-sanciona-lei-para-novo-ensino-medio-100-de-aprovacao.htm>, acesso set. 2020.

AVANCINI, M. e ALVAREZ, L. *Quais os desafios para a reforma do ensino médio?* Disponível em: <http://www.revistaeducacao.com.br/quais-os-desafios-para-a-reforma-do-ensino-medio>, acesso set. 2020.

AZEVEDO, J. C. e REIS, J. T. *Reestruturação do ensino médio: pressupostos teóricos e desafios da prática*. São Paulo: Fundação Santillana, 2013.

DRIVER, R.; NEWTON, P. e OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

DUSCHL, R. Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, v. 32, p. 268-291, 2008.

DUSCHL, R. e OSBORNE, J. Supporting and promoting argumentation in science education. *Studies in Science Education*, v. 38, p. 39, 2002.

ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer, 2008.

ISTOÉ. *Lei do Novo Ensino Médio é publicada no Diário Oficial*. Disponível em: <http://istoe.com.br/lei-do-novo-ensino-medio-e-publicada-no-diario-oficial>, acesso set. 2020.

IVENICKI, A. e CANEN, A. *Metodologia da pesquisa: rompendo fronteiras curriculares*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2016.

LIMA, M. S. e QUEIROZ, S. L. Letramento Gráfico: Perspectivas Presentes nos PCNEM e Ações no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 41, n. 3, p. 300-313, 2019.

MOEHLECKE, S. O ensino médio e as novas diretrizes curriculares nacionais: entre recorrências e novas inquietações. *Revista Brasileira de Educação*, v. 17, n. 49, p. 39-58, 2012.

OLIVEIRA, J. R. S. A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 3, n. 3, p. 25-45, 2010.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S. e SIMON, S. Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 41, n. 10, p. 994-1020, 2004.

SAMPSON, V.; ENDERLE, P.; GROOMS, J. e WITTE, S. Writing to learn by learning to write during the school science laboratory: helping middle and high school students develop argumentative writing skills as they learn core ideas. *Science Education*, v. 97, n. 5, p. 643-670, 2013.

SAMPSON, V. e BLANCHARD, M. R. Science teachers and scientific argumentation: trends in views and practice. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 49, n. 9, p. 1122-1148, 2012.

SAMPSON, V.; GROOMS, J. e WALKER, J. ADI as a Way to Help Students Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments: An Exploratory Study. *Science Education*, v. 95, n. 2, p. 217-257, 2010a.

SAMPSON, V.; WALKER, J.; DIAL, K. e SWANSON, J. Learning to write in undergraduate chemistry: The impact of argument-driven inquiry. In: *ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE NATIONAL ASSOCIATION OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING (NARST)*. Atas..., 2010b.

SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SASSERON, L. H. e CARVALHO, A. M. P. Uma análise de referenciais teóricos sobre a estrutura do argumento para estudos de argumentação no ensino de ciências. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 3, p.243-262, 2011.

SCARPA, D. L. O papel da argumentação no ensino de ciências: lições de um workshop. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, p. 15-30, 2015.

SERRÃO, P. *Entenda o que diz a proposta de Reforma do Ensino Médio*, 2016. Disponível em: <http://www.etc.com.br/educacao/2016/10/entenda-reforma-do-ensino-medio>, acesso set. 2020.

WALKER, J. P. e SAMPSON, V. Learning to argue and arguing to learn: Argument-Driven Inquiry as a way to help undergraduate chemistry students learn how to construct arguments and engage

in argumentation during a laboratory course. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 50, n. 5, p. 561-596, 2013a.

WALKER, J. P. e SAMPSON, V. Argument-Driven Inquiry: using the laboratory to improve undergraduates' science writing skills through meaningful science writing, peer-review, and revision. *Journal of Chemical Education*, v. 90, p. 1269-1274, 2013b.

WALKER, J. P.; SAMPSON, V.; GROOMS, J; ANDERSON,

B. e ZIMMERMAN, C. O. Argument-Driven Inquiry in undergraduate chemistry labs: the impact on students' conceptual understanding, argument skills, and attitudes toward science. *Journal of College Science Teaching*, v. 41, n. 4, p. 74-81, 2012.

WALKER, J. P.; SAMPSON, V. e ZIMMERMAN, C. O. Argument-Driven Inquiry: an introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *Journal of Chemical Education*, v. 88, p. 1048-1056, 2011.

Abstract: *Argument-driven inquiry in the teaching of middle-level chemistry: a proposal in kinetics.* This work presents an approach for laboratory chemical classes based on current recommendations and research about how teaching science in lab activities can be more significant for students. The instructional model provides students an opportunity to create their own methods, to carry out investigations, generate data, use data to answer research questions, write a report, and be more reflective while working. In this work, a teaching experience inspired by this model was conducted in a public high school. This investigation was performed in chemistry classes (11th grade) and it took four hours to complete all the steps. Students's reports and the peer review guide, provided by the application of the method, were used as data for this work. Qualitative and quantitative analysis indicate that the students were able to carry out their own experiments and use data to argument, in a scientific way, about the content of the subject.

Keywords: Argumentation, Scientific Investigation, Experimentation.

ANEXO A

Roteiro experimental

Velocidade de reação: Como mudanças na temperatura e na superfície de contato dos reagentes afetam a velocidade da reação?

Introdução. A teoria cinética molecular sugere que toda a matéria é constituída por partículas submicroscópicas chamadas átomos que estão em movimento constante. Esses átomos podem ser ligados para formar moléculas. Os átomos têm energia cinética porque eles se movem e vibram. A energia cinética média, tanto dos átomos quanto das moléculas, aumenta e diminui à medida que muda a temperatura.

A velocidade de reação mede a rapidez com que os reagentes se transformam em produtos. A concentração das moléculas do reagente e das moléculas do produto mudará durante o processo de reação. A velocidade de uma reação pode, portanto, ser calculada medindo como a concentração dos reagentes diminui ou como a concentração dos produtos aumenta como uma função de tempo. A velocidade de uma reação também pode ser medida cronometrando quanto tempo leva para que um produto apareça ou para que um reagente desapareça logo que a reação começa.

A velocidade das reações químicas é estudada pela Cinética Química. Esse estudo é importante porque é possível

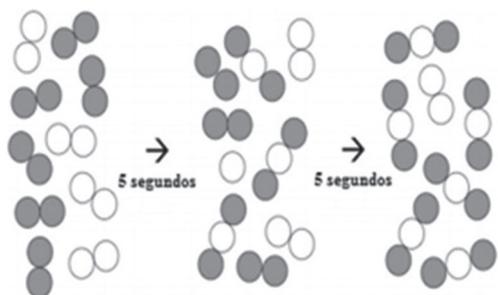


Figura 1: Modelo do que acontece durante uma reação química

encontrar meios de controlar o tempo de desenvolvimento das reações, tornando-as mais lentas ou mais rápidas, conforme a necessidade. Por exemplo, um processo de formação de ferrugem pode ser adiado caso seja aplicado algum reagente no local esporadicamente.

Além do mais, é importante entender como e por que diferentes fatores afetam a velocidade de uma reação química para que se possa produzir uma variedade de produtos de forma segura e econômica. Por isso, vocês irão explorar dois fatores que afetam a velocidade de uma reação específica e, em seguida, desenvolver um modelo conceitual que vocês possam usar para explicar suas observações.

Sua tarefa. Determinar como a temperatura e a superfície de contato dos reagentes afetam a velocidade da reação da água com a pastilha efervescente. Depois desenvolver um modelo conceitual que possa ser usado para explicar porque esses fatores influenciam a velocidade da reação. O modelo também deve incluir uma explicação sobre o que está acontecendo no nível submicroscópico entre e dentro das moléculas durante uma reação. A Teoria Cinética Molecular deve servir como base teórica para o seu modelo.

Questão orientadora: Como mudanças na temperatura e na superfície de contato dos reagentes afetam a velocidade da reação?

Materiais. Vocês podem usar qualquer um dos seguintes materiais:

| | | |
|------------------------------|---------------|----------------------------------|
| Pastilha efervescente | Água aquecida | 5 béqueres de 250 mL |
| Água em temperatura ambiente | Água gelada | ou 5 copos de plástico de 200 mL |

Precauções de segurança. Siga todas as regras normais de segurança e as seguintes precauções:

- Use óculos de proteção, luvas resistentes e jaleco enquanto estiver no laboratório.
- Manuseie todas as vidrarias com cuidado.

- Lave suas mãos com sabonete e água antes de sair do laboratório.

Começando. Para desenvolver o seu modelo o primeiro passo é executar dois experimentos. O objetivo do primeiro experimento é determinar como a temperatura do reagente afeta a velocidade da reação. E o objetivo do segundo experimento é determinar como a superfície de contato afeta a velocidade da reação.

Vocês podem medir a velocidade de reação cronometrando o tempo que leva para a reação acontecer. Para conduzir esses experimentos vocês terão que decidir que tipo de dados irão coletar.

Para determinar que tipo de dados vocês precisam coletar, pensem sobre as seguintes questões:

- Como vocês saberão quando a reação começa e quando termina?
- Que tipo de medições ou observações vocês vão precisar fazer durante a sua investigação?
- Quando vocês vão precisar fazer essas medições e observações?

Para determinar como vocês vão coletar seus dados, pensem sobre as seguintes questões:

- Quantas pastilhas efervescentes vocês vão usar em cada teste?
- Quantos testes precisarão fazer?
- Que tipos de comparações vocês precisam fazer?
- O que vocês vão fazer para reduzir o erro de medição?
- Como vão analisar os dados coletados e organizá-los?

A fim de determinar como vocês vão analisar os dados, pensem sobre as seguintes questões:

- Que tipo de cálculos vocês poderiam fazer?
- Que tipo de gráfico vocês poderiam criar para ajudar a analisar os dados?

| | |
|------------------------|-------------------------------------|
| A questão orientadora: | |
| Nossa proposição: | |
| Nossas evidências: | Nossa justificativa das evidências: |

Figura 2: Exemplo de quadro branco. Fonte (acessada em 2020): <http://www.argumentdriveninquiry.com>

Argumento Inicial. Assim que o seu grupo tenha terminado de coletar e analisar os dados, vocês irão desenvolver um argumento inicial. O argumento deve incluir uma proposição/conclusão. A proposição/conclusão é a resposta para a questão orientadora. O argumento também deve conter evidências que apoiem a conclusão. A evidência é a análise dos dados de vocês e a interpretação do que a análise significa. Finalmente, vocês devem incluir uma justificativa da evidência no argumento. Será, portanto, necessário utilizar

um conceito científico ou princípio para explicar por que a evidência que vocês decidiram usar é relevante e importante. Vocês vão criar o argumento inicial em um quadro branco. O quadro deve incluir todas as informações mostradas na figura 2 ao lado.

Sessão de Argumentação. A sessão de argumentação permite que todos os grupos dividam seus argumentos. Um membro de cada grupo vai continuar na sua mesa para compartilhar o argumento daquele grupo, enquanto os outros membros do grupo vão para outras mesas para ouvir e criticar os argumentos dos outros. Vocês terão que avaliar o conteúdo da conclusão, a qualidade das evidências usadas para apoiar a conclusão e a força da justificativa das provas incluídas em cada argumento que vocês veem. Para criticar um argumento, vocês podem precisar de mais informações do que o que está incluso no quadro branco. Vocês podem, portanto, sentir a necessidade de questionar o apresentador em uma ou mais perguntas, tais como:

- Como o seu grupo coletou os dados? Por que vocês usaram esse método?
- O que o seu grupo fez para ter certeza de que os dados coletados são confiáveis?
- O que o seu grupo fez para analisar os dados, e por que vocês decidiram fazer dessa forma?
- Essa é a única maneira de interpretar os resultados da análise do seu grupo? Como você sabe que a sua interpretação da análise é apropriada?
- Por que o seu grupo decidiu apresentar as evidências dessa maneira?
- Que outras afirmações/conclusões o seu grupo discutiu antes de decidir sobre essa? Por que vocês abandonaram essas ideias alternativas?
- Quão confiante você está de que a conclusão do seu grupo é válida? O que você poderia fazer para aumentar a sua confiança?

Assim que a sessão de argumentação estiver completa, você terá a chance de se reunir com o seu grupo e revisar o seu argumento original. O seu grupo pode precisar juntar mais dados ou desenvolver uma ou mais conclusões alternativas como parte desse processo. Lembre-se, o seu objetivo nesse estágio da investigação é desenvolver a resposta mais válida ou aceitável para a questão da pesquisa.

Relatório. Assim que você terminar a sua pesquisa, você terá que preparar um **relatório investigativo** que consiste de três seções. Cada seção deverá fornecer uma resposta para as seguintes perguntas:

1. Que pergunta você estava tentando responder e por quê?
2. O que você fez durante a sua investigação e por que você conduziu sua investigação desta forma?
3. Qual é o seu argumento científico?

Seu relatório deve responder a essas perguntas em duas páginas ou menos. Esse relatório deve ser digitado e quaisquer diagramas, figuras ou tabelas devem ser incorporadas no documento. Certifique-se de escrever em um estilo persuasivo; você está tentando convencer os outros de que a sua proposição é aceitável ou válida!

| Guia de Revisão por Pares do Relatório de Investigação do Método IOA e Rubrica de Avaliação | | | | |
|---|--|----------------|-------|------------------------|
| Relatório do/da: _____ Autor: Os revisores fizeram um bom trabalho? 0 1 2 3 4 5 Número ID Avalie a qualidade geral da revisão | | | | |
| Seção 1: O que você estava tentando explicar e por quê? | Avaliação do Revisor | | | Pontuação do instrutor |
| 1. O autor descreveu o conceito que está sendo investigado e por que ele é útil ou necessário? | O Não | O Parcialmente | O Sim | 0 1 2 3 |
| 2. O autor descreveu o problema que teria que ser resolvido e deixou a questão orientadora/ou os objetivos da investigação explícitos? | O Não | O Parcialmente | O Sim | 0 1 2 3 |
| Seção 2: Como você executou sua investigação e por quê? | Avaliação do Revisor | | | Pontuação do instrutor |
| 1. O autor descreveu o procedimento usado para realizar a investigação? | O Não | O Parcialmente | O Sim | 0 1 2 3 |
| 2. O autor forneceu uma razão significativa para explicar por que o experimento foi feito dessa maneira? | O Não | O Parcialmente | O Sim | 0 1 2 3 |
| Seção 3: O argumento | Avaliação do Revisor | | | Pontuação do instrutor |
| 1. O autor fez uma explicação bem articulada que fornece uma resposta suficiente para a questão de pesquisa? | O Não | O Parcialmente | O Sim | 0 1 2 3 |
| 2. O autor utiliza evidência original para apoiar a explicação e apresenta a evidência de uma maneira apropriada? | O Não | O Parcialmente | O Sim | 0 1 2 3 |
| 3. O autor fornece evidência suficiente para apoiar a explicação e a evidência é válida e confiável ? | O Não | O Parcialmente | O Sim | 0 1 2 3 |
| 4. O raciocínio do autor é suficiente e apropriado ? | O Não | O Parcialmente | O Sim | 0 1 2 3 |
| 5. A resposta do autor é consistente com o que a comunidade científica aceita e/ou com outros grupos do seu laboratório? | O Não | O Parcialmente | O Sim | 0 1 2 3 |
| Seção 4: A escrita | Avaliação do Revisor | | | Pontuação do instrutor |
| <i>Organização e fluência de sentença.</i> A escrita tem um senso de propósito e estrutura. O autor criou um senso de ritmo com as frases e um fluxo que é agradável para o leitor? | O Não | O Parcialmente | O Sim | 0 1 2 3 |
| <i>Escolha de palavras.</i> O autor usou palavras adequadas para expressar suas ideias? | O Não | O Parcialmente | O Sim | 0 1 2 3 |
| <i>Convenções.</i> O autor usou gramática, ortografia, pontuação, parágrafos e capitalização adequados? | O Não | O Parcialmente | O Sim | 0 1 2 3 |
| Revisores: Se o seu grupo marcou algum "Não" ou "Parcialmente", por favor, explique como o autor poderia melhorar esta parte do seu relatório. | Autor: Quais revisões você fez no seu relatório? Existe algo que você decidiu manter como estava, embora os revisores tenham sugerido diferente? Certifique-se de explicar por quê. | | | |