

Promoção da argumentação em aulas experimentais de química: olhar sobre os relatórios investigativos

Fostering argumentation in experimental chemistry classes: looking at the investigative reports

Soledad Mureb Barbosa

Universidade Federal do Rio de Janeiro
sole_mureb@hotmail.com

Nilcimar dos Santos Souza

Universidade Federal do Rio de Janeiro
nilcimars@yahoo.com.br

Resumo

O presente estudo lança mão de uma estratégia denominada *Argument-Driven Inquiry* (ADI), que tem como objetivo promover a argumentação em aulas experimentais, baseando-se em pesquisas atuais sobre como os alunos aprendem ciências e em recomendações atuais para tornar as atividades de laboratório mais significativas para os estudantes. Após uma sequência de atividades investigativas que se pautaram na busca de soluções experimentais e teóricas para os problemas apresentados em aulas em laboratório, os estudantes produziram e avaliaram relatórios investigativos. A análise desses relatórios na perspectiva da argumentação revelou que os estudantes incorporaram elementos do discurso científico em suas respostas e conseguiram elaborar explicações teóricas para os experimentos realizados, distanciando os estudantes dos métodos mais tradicionais de ensino e os aproximando da argumentação característica da linguagem científica e dos processos de sua construção.

Palavras chave: Argumentação, Aulas experimentais, Relatório investigativo

Abstract

The present study is based on a strategy called *Argument-Driven Inquiry* (ADI), which aims to promote argumentation in experimental lab classes, Drawing on current research on how students learn science and current recommendations to make laboratory activities more meaningful to students. After a sequence of investigative activities that are preparing to search for experimental and theoretical solutions to problems in laboratory classes, students produced and evaluated investigative reports. An analysis of the reports in the perspective of the argumentation revealed that the students incorporated elements of the scientific discourse in their answers and were able to elaborate theoretical explanations for the realized experiments, distancing the students from more traditional methods of teaching and approaching of the characteristic argumentation of the scientific language and its construction processes.

Key words: Argumentation, Experimental lab classes, Investigative report.

Introdução

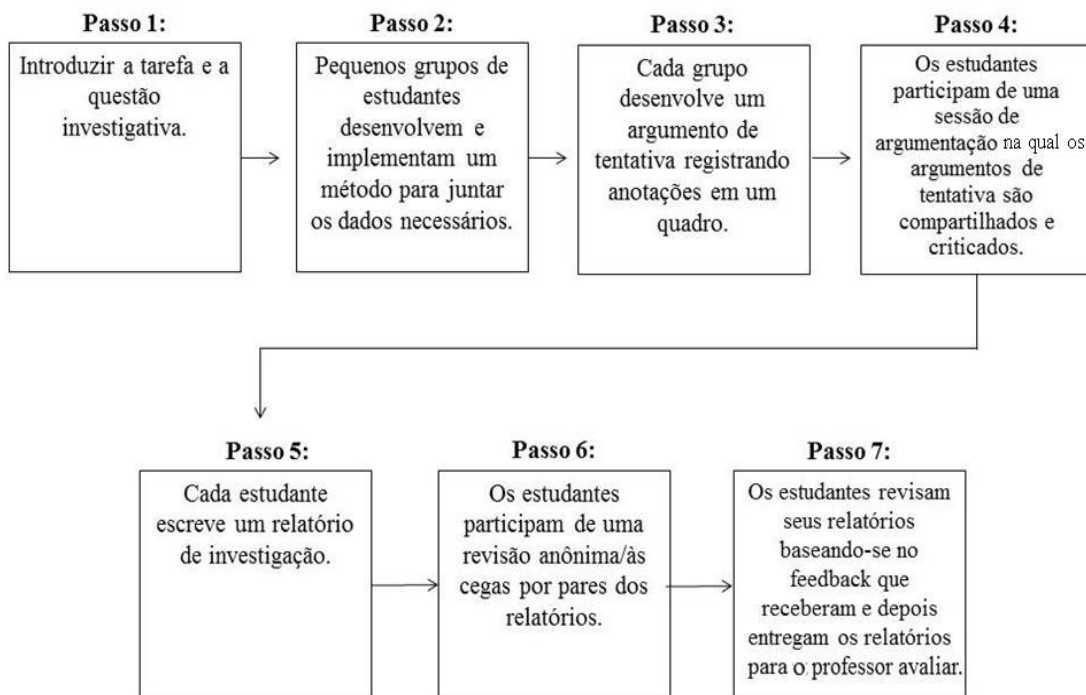
A argumentação foi identificada como um recurso-chave curricular que pode ajudar os alunos no desenvolvimento da aprendizagem em ciências e também da compreensão do próprio processo de construção científica. (OSBORNE et al., 2004). Mas o que seria essa argumentação? Segundo Walker e Sampson (2013a, p.564, tradução nossa) argumentação se refere a uma forma de discurso lógico, cujo objetivo é esmiuçar 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 afirmação. O argumento científico, por outro lado, consiste de uma afirmação 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 informação. Esses dados podem tomar várias formas que variam de medições tradicionais (por exemplo, pH, massa, temperatura) a observações (por exemplo, cor e descrições de um evento). 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 informação, mas também estabelece a validade ou relevância da evidência.

Embora os prós da argumentação científica sejam muitos, pesquisas atuais indicam que os professores de ciências não dedicam muito tempo para esse tipo de atividade, como consequência, muitos alunos demonstram demasiada dificuldade para: compartilhar suas ideias, usar dados para provas hipóteses e relacionar evidência e teoria (ERDURAN et al., 2015).

Nessa perspectiva, esta pesquisa foi inspirada nos trabalhos de Walker e Sampson (2013) para conduzir uma experiência didática em uma escola pública de ensino médio do município de Macaé. A metodologia, denominada de *Argument-Driven Inquiry* será aqui tratada como Argumentação Guiada por Questionamentos. O objetivo da pesquisa está em alcançar respostas à pergunta sobre em que medida a argumentação dos estudantes é favorecida em um modelo de aula experimental baseada na investigação colaborativa dos estudantes na resolução de um problema científico e na escrita, apresentação e avaliação de um relatório investigativo?

Referencial teórico

O modelo instrucional da Argumentação Guiada por Questionamentos (AGQ) é baseado na teoria de aprendizagem do construtivismo social. O ponto central do modelo é a argumentação e o papel do argumento na construção social do conhecimento científico enquanto promove a investigação. 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; ao invés disso, os alunos ganham proficiência através do envolvimento nas investigações do laboratório, movendo-se do projeto de investigação, à análise de dados, ao desenvolvimento do argumento, à argumentação, e para um argumento final escrito (WALKER e SAMPSON, 2013a). A Figura 1 ilustra e descreve esses sete passos.



Fonte: WALKER, SAMPSON, ZIMMERMAN (2011, tradução nossa).

Figura 1: Sete passos do modelo AGQ.

O primeiro passo do modelo instrucional AGQ é a identificação da tarefa feita pelo professor. O objetivo desse passo é introduzir o tópico principal a ser estudado para começar a investigação. O professor deve criar um problema desafiador para os alunos resolverem, e dessa forma, capturar sua atenção e interesse (WALKER e SAMPSON, 2013). Para facilitar esse objetivo, o professor deve criar um roteiro que inclua uma breve introdução para ajudar a chegar à solução do problema ou da tarefa que devem completar e uma questão investigativa para responder. O roteiro também inclui uma lista de materiais que os alunos podem usar durante a investigação e algumas dicas ou sugestões para ajuda-los a começar a investigação.

O segundo passo do modelo instrucional AGQ é a elaboração de um método e a coleta de dados. O professor divide a turma em pequenos grupos de três ou quatro alunos 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 alunos 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., 2012).

No terceiro passo, desenvolvimento de uma tentativa de argumento ou argumento preliminar, o professor pede para que os alunos organizem seus pensamentos e informações obtidas, em um quadro branco ou qualquer outro meio para que todos do grupo possam ver. Esse quadro deve conter as afirmações, evidências, e um raciocínio necessário para que o argumento seja desenvolvido. 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, mas devem mostrar (1) tendência ao longo do tempo; (2) diferença entre grupos ou objetos; ou (3) relação entre variáveis, para que possam validar a afirmação.

No quarto passo do modelo instrucional AGQ, a sessão de argumentação, os grupos compartilham seus argumentos com o intuito de determinar qual afirmação é mais válida e aceitável ou para aprimorá-las. Um membro de cada grupo permanece na sua bancada ou mesa para compartilhar o argumento daquele grupo, enquanto os outros membros do grupo vão para outras bancadas para ouvir e criticar os argumentos dos outros grupos. Como consequência, os alunos desenvolvem sua comunicação e habilidade de apresentação.

Pensando na escrita como um componente indispensável na investigação científica, o quinto passo do modelo instrucional AGQ é a criação de um relatório investigativo. Cada aluno deve preparar um relatório investigativo, em casa, que consista 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? E (3) qual é o seu argumento? (WALKER; SAMPSON, 2013b).

A sexta fase do AGQ foi criada para garantir a qualidade dos relatórios e é chamada de revisão por pares duplamente às cegas. Cada aluno 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 uma apostila de revisão-por-pares. A apostila de revisão-por-pares contém critérios específicos que devem ser usados para revisar os relatórios e avaliar a qualidade dos mesmos. Diversos itens são colocados em avaliação como afirmações, as quais são atribuídas notas de 0 a 3.

A sétima fase do modelo instrucional de AGQ é a revisão do relatório investigativo feita individualmente e baseada no feedback da apostila de revisão-por-pares. Os relatórios considerados fracos pelos colegas devem ser reescritos para depois serem entregues ao professor. Os relatórios considerados bons podem ser entregues diretamente para o professor, no entanto, Walker et al. (2011) dizem que os alunos normalmente preferem revisar os seus relatórios em vista do que leram e dos comentários que receberam dos companheiros antes de entregar o relatório.

Metodologia

A experiência didática inspirada na metodologia AGQ e realizada por meio de uma pesquisa qualitativa, baseada na produção e aplicação de uma atividade experimental investigativa. O estudo se concretizou no âmbito do estágio da aluna de licenciatura, primeira autora deste trabalho. A turma era composta de 35 alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola municipal.

A experiência didática teve duração de quatro horas. Apesar do limitado tempo para contato com a turma, buscou-se preservar a premissa básica da metodologia AGQ, que é desenvolver a habilidade argumentativa ao mesmo tempo em que trabalham de forma colaborativa nas atividades.

Os dados obtidos foram os relatórios dos alunos e os guias de revisão. Esses foram estudados e analisados através do modelo de avaliação proposto por Sampson e Walker.

Os alunos estavam estudando sobre cinética química, então o roteiro foi baseado nesse conteúdo. O objetivo do experimento era que os alunos conseguissem observar, através 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 também continha uma introdução sobre o tema para ajudar os alunos na solução do problema.

O experimento realizado no laboratório da escola reuniu materiais de fácil obtenção e não envolveu uso de reagentes tóxicos. Durante o experimento os alunos 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 a seguir.

Os alunos foram divididos em seis grupos, cada um em uma bancada no laboratório. Antes dos alunos começarem os experimentos explicou-se o conceito de superfície de contato, tanto a nível macroscópico quanto submicroscópico. Para explicar o nível submicroscópico foi feita uma analogia através de pequenas bolas imantadas que representavam as moléculas de um composto. O roteiro foi lido com eles e logo após começaram a pensar nos métodos de como realizar os experimentos. O objetivo desse passo era de proporcionar aos alunos a oportunidade de criar hipóteses e de aprender como desenvolver e executar investigações informativas. Todos os seis grupos conduziram suas atividades de forma a obter resultados corretos e de diferentes formas.

Nesse momento os grupos foram encorajados a preencher um quadro branco com todas as informações, evidências e raciocínios para ajudar no desenvolvimento do argumento. Eles precisam compreender que as evidências são as bases para qualquer conclusão científica.

No dia seguinte os alunos fizeram um rodízio entre os grupos, sempre com um apresentador fixo em cada grupo para apresentar os seus resultados aos outros grupos. Neste momento há uma interação muito grande entre os alunos. 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 alunos fizessem um relatório, individualmente, para a próxima semana e que não colocassem seus nomes. Os alunos foram encorajados a colocar tabelas e gráficos para ajudar na organização dos dados coletados.

Na semana seguinte, apenas 23 de 35 alunos entregaram os relatórios. Esses foram recolhidos e receberam um código para sua identificação, de tal maneira que os alunos não souberam 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 recebiam 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 alunos 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 *feedback* que receberam de seus pares. Essa fase durou duas aulas de 50 minutos.

Os relatórios foram analisados e avaliados usando-se os critérios considerados no guia de revisão-por-pares. Foram feitos comentários nos relatórios para que os alunos pudessem verificar e refletir sobre seus erros e acertos.

Resultados e discussão

O relatório investigativo consistiu de três seções. A primeira descrevia o problema e o contexto, a segunda relatava sobre o método usado durante a investigação e a terceira referia-se ao argumento, ou seja, exige que o aluno forneça e apoie a resposta da questão orientadora com

evidências e raciocínios apropriados.

O método de avaliação chamado rubrica de avaliação, que também foi desenvolvido por Sampson e Walker (2012), foi usado para analisar os relatórios investigativos. Os aspectos analisados focavam nas quatro seções, da seguinte forma:

Seção 1: O que você estava tentando explicar e por que?

1. O autor descreveu o conceito que está sendo investigado e por que ele é útil ou necessário?
2. O autor descreveu o problema que teria que ser resolvido e deixou a questão orientadora/ou os objetivos da investigação explícitos?

Seção 2: Como você executou a sua investigação e por que?

3. O autor descreveu o procedimento usado para realizar a investigação?
4. O autor forneceu uma razão significativa para explicar por que o experimento foi feito dessa maneira?

Seção 3: O argumento

5. O autor desenvolveu uma explicação bem articulada que fornece uma resposta suficiente para a questão de pesquisa?
6. O autor utiliza evidência original para apoiar a explicação e apresenta a evidência de uma maneira apropriada?
7. O autor fornece evidência suficiente para apoiar a explicação e a evidência é válida e confiável?
8. O raciocínio do autor é suficiente e apropriado?
9. A resposta do autor é consistente com o que a comunidade científica aceita e/ou com outros grupos do seu laboratório?

Seção 4: A escrita

10. Organização e Fluência de Sentença. 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?
11. Escolha de palavras. O autor usou palavras adequadas para expressar suas ideias?
12. Convenções. O autor usou gramática, ortografia, pontuação, parágrafos e capitalização adequados?

Neste trabalho são avaliados os aspectos inerentes aos cinco itens da seção 3 (Figura 2).

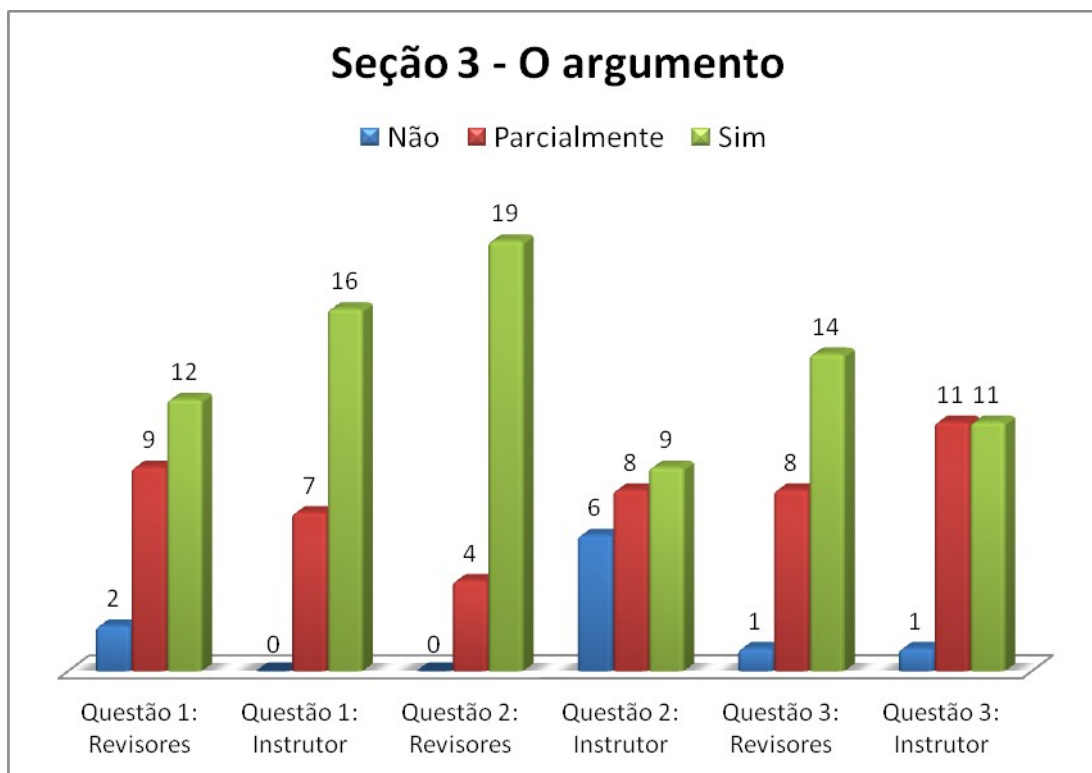


Figura 2: Classificação dos relatórios pelos revisores e instrutores nos itens 1, 2 e 3.

1. *O autor desenvolveu uma explicação bem articulada que fornece uma resposta suficiente para a questão de pesquisa?*

Nesse tópico, consideram-se apenas as conclusões macroscópicas dos alunos com relação às respostas para a questão orientadora desta investigação. A análise do gráfico mostra um ótimo resultado, 16 de 23 relatórios descreviam e expressavam de forma clara e concisa as 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 e através dele, obter conclusões concretas para incrementar ainda mais a sua rede de conhecimentos sobre a ideia central da ciência em questão. Além do mais, as únicas observações realizadas em dois guias de revisão às cegas foram consideradas e melhoradas no relatório final.

Sete relatórios obtiveram notas parciais por que as respostas eram muito curtas e faltavam detalhes, por que estavam mal articuladas ou por que respondiam somente um dos dois fenômenos em questão (WALKER, 2011). Apenas três relatórios receberam 1 como pontuação. Nenhum recebeu 0.

2. *O autor utiliza evidência original para apoiar a explicação e apresenta a evidência de uma maneira apropriada?*

Conforme indica a Figura 1, seis alunos não colocaram nenhum tipo de dado. No caso desta experiência, contavam como evidências a alteração de cor, a liberação de gás e o tempo de decomposição da pastilha, que indicava o tempo da reação. Essa última era essencial para os fins desta investigação. Mesmo que os alunos não escrevessem sobre as outras, se esta

estivesse de forma correta, com diagrama/gráfico/tabela e unidades certas, já era considerado suficiente para ajudar no argumento e recebia pontuação 3. Nove relatórios apresentaram os dados de forma clara e apropriada.

Oito relatórios apresentaram a evidência de forma parcialmente correta. Dois relatórios obtiveram evidências de 1 ponto. Nesses casos, o autor não apresentou os dados de forma clara, ou não incluiu diagramas, gráficos ou tabelas corretamente formatados, ou não usou unidades corretas (WALKER, 2011). Os outros seis parciais, de ponto 2, apresentaram dados suficientes para apoiar o argumento, mas não incluíram um diagrama, um gráfico ou uma tabela formatada de forma correta ou estavam com unidades erradas (WALKER, 2011). Das duas críticas feitas durante as revisões às cegas, apenas um dos alunos melhorou o seu relatório final.

No geral, os alunos parecerem entender a importância de apresentar os seus dados em tabelas ou gráficos, da mesma maneira que os alunos do estudo do Walker e do Sampson (2013a). E assim como no estudo da primeira tarefa ADI de Walker et al. (2012) os alunos tenderam a usar o mínimo de evidência necessária para respaldar as suas conclusões.

Ainda assim, esses resultados indicam uma segunda conquista, uma vez que no dia da investigação, todos os grupos, sem exceção, não sabiam exatamente o que escrever no quadro branco, na parte das evidências. Mas eles ainda podem amadurecer muito, em vista que nenhum deles citou a mudança de cor e a liberação de gás como uma evidência da reação química acontecendo.

3. O autor fornece evidência suficiente para apoiar a explicação e a evidência é válida e confiável?

Para garantir 3 neste quesito, o autor deve 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, o autor deveria escrever 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 momento que a reação terminou, que foi quando a pastilha já estava totalmente decomposta. Para todos os testes realizados. Descrever quais variáveis continuavam iguais, temperatura ou superfície de contato. O autor deveria ter feito no mínimo cinco testes para ter base suficiente para criar um argumento válido. De 23 alunos, 11 obtiveram pontuação 3.

Os relatórios que obtiveram notas parciais foram os que os autores não tinham evidência suficiente para dar base ao argumento ou até tinham, mas não souberam usá-las para dar respaldo às suas ideias.

Não houve recomendação de ajustes nesta e nem na próxima questão durante a revisão às cegas. Talvez não tenham ficado muito claras para os alunos tomarem um posicionamento de criticar o relatório dos colegas sem ter certeza do que se tratava.

A Figura 3 complementa a análise para os demais itens dessa seção.

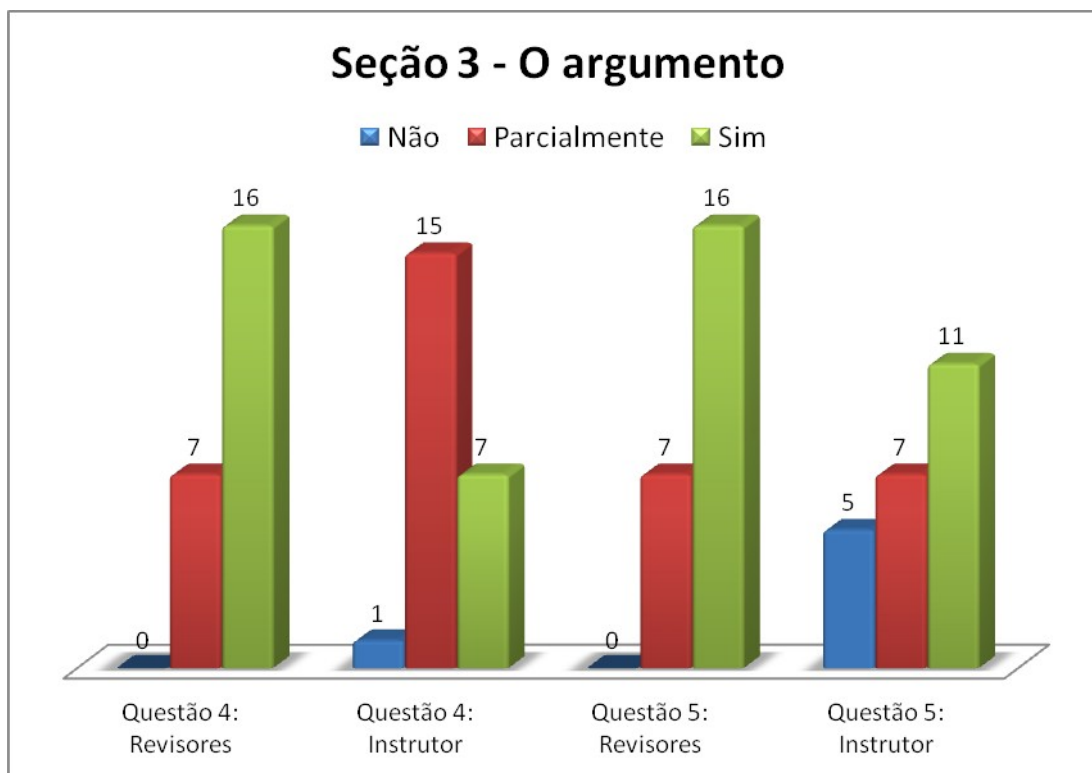


Figura 3: Classificação dos relatórios pelos revisores e instrutores nos itens 4 e 5.

4. O raciocínio do autor é suficiente e apropriado?

O autor deve explicar porque a evidência foi incluída e por que a evidência ajuda na explicação (WALKER, 2011). O autor deve justificar a resposta usando a evidência. No caso desta investigação, descrever que quanto maior a temperatura mais rápida a reação, devido aos resultados obtidos que mostravam um menor tempo de reação para o copo de temperatura mais alta, um tempo um pouco maior para o copo de temperatura ambiente e uma maior duração para o copo com temperatura mais baixa, era suficiente. No caso da superfície de contato, o raciocínio deveria seguir a mesma lógica, porém a variável agora é a pastilha. A água deve estar na mesma temperatura para qualquer teste de superfície de contato.

A maioria da turma apresentou um raciocínio parcial, 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 provar essas afirmações. Esse resultado é similar à pesquisa do Walker e do Sampson (2013a) e de outras pesquisas dessa área, que dizem os alunos tem dificuldade em fornecer a base lógica, ou o que eles chamam de raciocínio, para as determinadas partes de dados que eles escolheram usar como evidência em seus argumentos escritos (P.BELL; LINN, 2000, MC NEILL; LIZOTTE; KRAJCIK; MARX, 2006 apud WALKER; SAMPSON, 2013a). Um estudo feito com alunos do ensino fundamental, mostrou que os alunos aprenderam a respaldar suas conclusões com evidências bem rapidamente, mas que eles usavam com pouca frequência os princípios científicos que lhes permitiam fazer essa conexão, assim como os alunos deste estudo (MC NEILL; KRAJCIK, 2007 apud WALKER; SAMPSON, 2013a). Mas “numerosos estudos em argumentação científica sugerem que essa habilidade não vem naturalmente para a maioria dos indivíduos, mas sim, é adquirida através da prática” (WALKER; SAMPSON, 2013a, p.578, tradução nossa). Portanto, os professores

devem inserir esse tipo de prática, pelo menos algumas vezes no ano, para que os alunos sejam capazes de construir um argumento completo.

5. *A resposta do autor é consistente com o que a comunidade científica aceita e/ou com outros grupos do seu laboratório?*

Relatórios nos quais os resultados foram comparados de forma significativa com outros grupos ou com valores conhecidos e que os autores foram além de seus próprios dados em procurar uma resposta à pergunta adquiriam a pontuação 3 (WALKER, 2011). Apenas um aluno comparou com os outros grupos. Conclusões claras e bem elaboradas, com informações a nível molecular garantiram a pontuação máxima. De 23 relatórios, 11 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 ocorrer a reação.

Os sete relatórios considerados parciais, explicavam apenas um dos fatores que alteram a velocidade da reação de forma submicroscópica, ou até explicava ambos, mas de uma forma muito crua, superficial e sem fazer muito sentido. Cinco alunos não fizeram nenhuma referência ao nível molecular nas suas conclusões. Embora nove alunos tenham sinalizado a falta de explicações a nível molecular, somente 3 alunos consentiram e alteraram os seus relatórios finais.

Considerações finais

Na presente pesquisa foram investigadas questões relacionadas à produção argumentativa, de forma colaborativa e investigativa, de estudantes de ensino médio em aulas experimentais, em laboratório de química. Dos dados coletados ao longo da pesquisa, neste trabalho o foco esteve sobre os relatórios investigativos produzidos e as avaliações recebidas pelos demais estudantes avaliadores e pelo instrutor. A análise permitiu observar que os estudantes incorporaram elementos do discurso científico em suas respostas e conseguiram elaborar explicações teóricas para os experimentos realizados. Em alguns momentos os próprios alunos exigiam que o apresentador fosse mais a fundo e explicasse a nível molecular os fenômenos estudados. Percebe-se que o estudo difere do modelo tradicional, exigindo que o professor atue como um facilitador das condições necessárias para que os alunos tenham protagonismo na construção de seu conhecimento, não sendo meros expectadores ou executores de roteiros pré-estabelecidos de respostas prontas. O estudo também possibilitou que os alunos percebessem que no desenvolvimento da ciência há vários métodos de se chegar ao mesmo resultado.

Agradecimentos e apoios

Ao programa Ciências sem Fronteiras que possibilitou à primeira autora estar em contato com outros grupos de pesquisa.

Referências

ERDURAN, S.; OZDEM, Y.; PARK, J. Research trends on argumentation in science education: a journal content analysis from 1998–2014. **International Journal of STEM**

Education, v. 2, n. 5, p. 1-12, 2015.

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

WALKER, J. P.; 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.

_____. 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.; 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.; 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.