

Argumentação em aulas experimentais baseadas em problemas no ensino superior de química

Argumentation in experimental classes based in problems at chemistry higher education

Cleane da Costa Paz

Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Piauí

kleanepaz@hotmail.com

Luciana Nobre de Abreu Ferreira

Departamento de Química, Centro de Ciências da Natureza, Universidade Federal do Piauí

luciananobre@ufpi.edu.br

Resumo

A argumentação tem sido retratada em pesquisas na área de educação em ciências como relevante para o desenvolvimento dos educandos. A capacidade argumentativa é tida como primordial na formação dos discentes, visto que é fundamental para a exposição de ideias sobre um determinado tema. Pesquisas sugerem várias metodologias de ensino que levam à ocorrência da argumentação; em aulas experimentais, propõe-se que sejam desenvolvidas de acordo com a *Problem Based Learning* (PBL), a qual direciona os alunos à resolução de um problema. Nesse sentido, em uma disciplina de química experimental investigamos a promoção da argumentação por meio do desenvolvimento de atividades experimentais pautadas na PBL. Para isso, analisamos textos produzidos pelos graduandos sobre a resolução dos problemas propostos nas atividades experimentais, por meio do Padrão de Argumento de Toulmin (TAP). Os resultados evidenciaram a presença de elementos do argumento nos textos analisados, demonstrando indícios de estímulo à capacidade argumentativa dos graduandos.

Palavras chave: argumentação, atividades experimentais, PBL, Padrão de Argumento de Toulmin.

Abstract

The argumentation has been portrayed in researches in the area of science education as relevant for the development of students. The argumentative capacity is considered as primordial in the formation of the student body, since it's fundamental for the exposition of ideas about a determined theme. Researches suggest several teaching methodologies that lead to the occurrence of argumentation; in experimental classes, it's proposed that they be developed according to Problem Based Learning (PBL), which directs students to solving a problem. In this sense, in a discipline of experimental chemistry we investigated the promotion of argumentation through the development of experimental activities based on the

PBL. For this, we analyzed texts produced by the undergraduates about the resolution of the problems proposed in the experimental activities, through Toulmin's Argument Pattern (TAP). The results evidenced the presence of elements of argument in the analyzed texts, demonstrating signs of stimulus to the argumentative capacity of the undergraduates.

Key words: argumentation, experimental activities, PBL, Toulmin's Argument Pattern.

Introdução

A argumentação é considerada por muitos pesquisadores da área de educação em ciências de significativa relevância no processo de ensino e aprendizagem. Eles a defendem como uma atividade social, relacionada ao contexto social da situação argumentativa, ou seja, é o discurso daqueles que praticam ciência (KIM; SONG, 2006; ALBE, 2008; DAWSON; VENVILLE, 2010). Nessa perspectiva, em ambientes de ensino, a argumentação é uma interação comunicativa particular em que os docentes e discentes confrontam seus saberes e opiniões sobre um determinado tema, com a coordenação de conhecimentos teóricos (CAMPANER; DE LONGHI, 2007; ÇOBAN, 2013). É considerada um discurso em que alunos e professor apresentam suas opiniões, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, explicando resultados alcançados (SASSERON; CARVALHO, 2014).

Diante disso, considerando a importância da argumentação em ambientes de ensino desde a formação inicial (LEAL; SALVI; LORENZETTI, 2021), investigações sobre a argumentação vêm sendo realizadas em diferentes níveis de ensino de ciências, pois a argumentação não dá sentido apenas à explicação, mas também ajuda a desenvolver a compreensão de conceitos científicos (CAMPILLO; GUERRERO, 2013). Além disso, possibilita que os indivíduos desenvolvam habilidades cognitivas e discursivas, as quais são essenciais à construção do conhecimento e ao exercício da reflexão (LOURENÇO; QUEIROZ, 2020). No entanto, em aulas de caráter experimental, para a ocorrência da argumentação, bem como de habilidades necessárias para a formação dos discentes, é necessário que as atividades experimentais sejam desenvolvidas dentro de uma abordagem construtivista, propiciando o desenvolvimento de habilidades processuais e cognitivas.

Nesse contexto, uma abordagem que integra tais características é a *Problem Based Learning* (PBL), ou seja, a Aprendizagem Baseada em Problemas, em que o conhecimento é construído por meio da resolução de situações-problema, as quais possibilitam a criação de espaços propícios para a investigação, o desenvolvimento de habilidades científicas e a compreensão de conceitos relacionados à atividade experimental. Além disso, propiciam interações aluno-aluno e aluno-professor, conduzindo os estudantes à resolução de problemas, que de acordo com Velloso *et al.* (2009), se mostram eficientes no fomento à instauração do discurso argumentativo. Isso é fortalecido por Campaner e De Longhi (2007), que inferem que atividades experimentais pautadas na PBL constituem espaços para a interação comunicativa e podem favorecer a ocorrência de argumentação, contribuindo para o confronto de diferentes saberes e perspectivas dos sujeitos envolvidos.

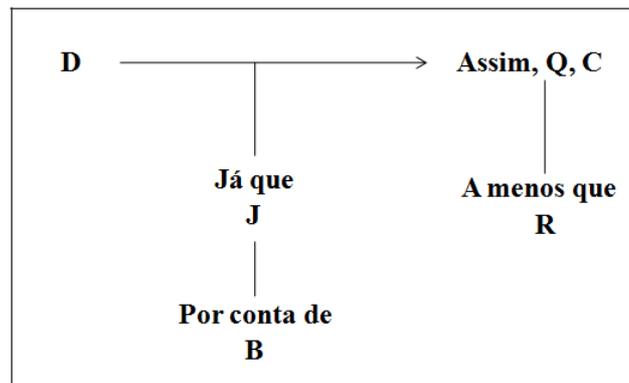
Face ao exposto, neste trabalho de pesquisa investigamos a ocorrência da promoção da argumentação por meio do desenvolvimento de atividades experimentais pautadas na PBL, visto que a construção de argumentos engloba habilidades cognitivas necessárias à formação

do educando. Para isso utilizamos a estrutura de argumento de Toulmin, considerando ser esta uma ferramenta analítica adequada na identificação da estrutura de argumentos e das relações lógicas entre seus componentes (BRITO; SÁ, 2010; OLIVEIRA; BATISTA; QUEIROZ, 2010).

Referencial teórico

Como referencial de análise, utilizamos o modelo proposto por Toulmin (2006), o qual estabelece critérios para analisar a estrutura dos argumentos elaborados sobre um determinado tema. Desse modo, lançamos mão da obra “Os usos do Argumento” de Toulmin na qual o autor expõe suas ideias a respeito do julgamento de argumentos de diversos campos do conhecimento, incluindo seu modelo para a identificação da estrutura do argumento, conhecido como Padrão de Argumento de Toulmin, referido na língua inglesa como *Toulmin’s Argument Pattern* (TAP). O TAP é constituído pelo estabelecimento de seis elementos presentes no esquema da estrutura do Argumento de Toulmin (Figura 1).

Figura 1: Esquema da estrutura do Argumento de Toulmin.



Fonte: Toulmin (2006).

De acordo com Toulmin (2006), a estrutura elementar de um argumento apresenta três elementos fundamentais para ser válido: conclusão (C), dado (D) e justificativa (J). Contudo, um argumento mais complexo deve apresentar qualificadores modais (Q), refutação (R) e *backing* (B). Assim, conforme indica a Figura 1, a estrutura do argumento de Toulmin pode ser interpretada como um dado (D) sustentado por uma Justificativa (J) que, por sua vez, é apoiada por um *backing* (B) – fundamento científico que respalda a justificativa – permitindo a elaboração de uma conclusão (C). Essa conclusão pode ser fortalecida por um qualificador (Q) – que indica as circunstâncias para que a conclusão seja válida – e/ou contestada pela refutação (R) – condição para invalidar a conclusão garantida.

Metodologia

A pesquisa é de natureza empírica, do tipo exploratório, para a qual foram tomados como sujeitos 21 alunos matriculados em uma disciplina de Química Experimental, oferecida no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza de uma instituição de ensino superior.

A coleta dos dados foi realizada mediante o acompanhamento das atividades desenvolvidas pelos graduandos nas aulas da disciplina em pauta, sendo necessária, na primeira aula, a

apresentação das normas de segurança do laboratório de química e uma aula expositiva dialogada sobre argumentação, com a realização de um exercício para a produção de argumentos, de modo a apresentar o esquema da estrutura do Argumento de Toulmin (Figura 1), com ênfase para os seus elementos constituintes.

Nas aulas posteriores foram desenvolvidas atividades experimentais segundo os seguintes temas: *Separação de uma mistura heterogênea para a obtenção de NaCl* (atividade experimental 1), *Identificação do Cloreto de sódio (NaCl), Cloreto de amônio (NH₄Cl) e Carbonato de sódio (Na₂CO₃), por meio de reações químicas* (atividade experimental 2), e os *Fatores que influenciam a velocidade de uma reação química* (atividade experimental 3), culminando na produção de textos argumentativos sobre os problemas investigados por meio das atividades experimentais.

Na primeira os discentes se depararam com uma situação fictícia, na qual o responsável técnico de uma salina observou uma contaminação em um de seus tanques de evaporação com pedaços de vidro e ferro, além de traços de enxofre, cujas causas estavam relacionadas há um desmanche e abandono de carros no fundo de um lago marinho. Os alunos, assumindo o papel de analistas do Laboratório de Controle de Qualidade, deveriam propor um método de separação da mistura, com o menor custo operacional possível, com o intuito de obter apenas o cloreto de sódio. Na segunda atividade, os graduandos, também exercendo o papel de analistas de laboratório, teriam que analisar amostras de reagentes cujos rótulos foram extraviados, dispondo de informações básicas sobre propriedades e reatividades das substâncias investigadas.

No terceiro experimento aos alunos foram feitos questionamentos sobre o comportamento de certos materiais frente a algumas variáveis que afetam a velocidade de reação. Para responder a essas perguntas, os discentes deveriam realizar ensaios que fizessem alusão às situações investigadas e pudessem comprovar suas respostas. Em todas as atividades foram fornecidas informações sobre os métodos relacionados, assim como os materiais disponíveis para a realização dos experimentos.

Cabe ressaltar que foram considerados os dados apenas dos estudantes que participaram de todas as etapas da pesquisa. Assim, houve a participação assídua de 15 alunos, sendo distribuídos em três grupos denominados aqui de A, B e C.

Resultados e Discussão

Na análise dos textos procuramos identificar os seguintes componentes do argumento com base no modelo de argumento proposto por Toulmin (2006): dados (D), justificativa (J), conclusão (C), *backing* (B), refutação (R) e qualificador modal (Q). Cabe ressaltar que os alunos foram orientados que, na produção dos textos, deveriam apresentar todos os aspectos pertinentes ao processo de resolução do problema, com suas possíveis soluções, bem como suas considerações a respeito das mesmas. Logo, na construção de seus textos os estudantes teriam a oportunidade de elaborar argumentos com o intuito de defender a melhor solução para o problema, com base em fatos, conceitos e respaldo metodológico.

Nos Quadros 1, 2 e 3 a seguir temos as análises dos textos dos grupos A, B e C referentes à resolução dos problemas propostos nas três atividades experimentais anteriormente descritas, aqui denominadas como atividades experimentais 1, 2 e 3. Logo, no quadro 1 são apresentadas as descrições dos textos dos grupos sobre atividade 1, o que nos permitiu inferir se os grupos A, B e C produziram argumentos de acordo com Toulmin.



Quadro 1: Análise dos textos dos grupos A, B e C referente à atividade experimental 1.

Atividade Experimental 1	
Grupo A	<p><i>A grande maioria dos materiais encontrados na natureza como a água do mar, devem ser separados (D1) para que possam ser utilizadas como matéria prima na fabricação de vários tipos de produtos como o sal (J1). Para cada tipo de mistura existe um processo de separação. A escolha de um processo está principalmente ligada a questão econômica (C1), pois quanto mais barato for, menor será o custo final para a produção de matéria prima (J2). Deparamo-nos com uma situação inusitada: após o processo de evaporação de uma salina observou-se a presença de pedaços de vidro e ferro em quantidades significativas (D2). E depois de uma análise da água, observou-se traços de enxofre (D3). E após se investigou e descobriu que havia carros abandonados no fundo do lago (C2). Para resolver esse problema e obter-se o cloreto de sódio realizou-se uma separação de misturas heterogêneas de (limalha de ferro, enxofre, areia, cloreto de sódio e vidro) com o objetivo de se obter o menor custo operacional e o maior rendimento de cloreto de sódio, foi feita primeiramente pegando a solução do béquer e aproximando o imã que atraiu o ferro (D4), processo esse chamado de imantação (B1), logo depois utilizando o tripé, garra, funil, papel de filtro, fez-se a filtração da solução retendo no papel de filtro o enxofre, a areia, os pedaços de vidro (D5). Adicionou-se água destilada ao béquer que tinha a mistura, para limpar e retirar toda a mistura (D6). O material filtrado é anotado qual o valor do seu volume para utilizar nos cálculos que é igual a 68 ml (D7). O filtrado é o cloreto de sódio aquoso (C3). O cadinho é pesado e anotado o seu peso que é igual a 27, 670 g (D8). O cloreto de sódio aquoso é pipetado 10 ml para o cadinho e levado para o bico de bunsen, lá a água evapora restando cloreto de sódio (D9). O cadinho é retirado do bico de bunsen com a pinça e levado para a bancada lembrando-se de colocar um papel embaixo para não ter choque térmico, espera-se esfriar (D10). Pesa-se novamente o cadinho com o cloreto de sódio e obter-se 28, 0001 g (D11). Logo após faz-se o cálculo para descobrir a quantidade de cloreto de sódio presente no cadinho (D12), que de acordo com o experimento foi 2,25 g de cloreto de sódio encontrado, tendo uma margem de erro de 12,5%, alcançando-se o objetivo do experimento (C4).</i></p>
Grupo B	<p><i>Foi encontrada uma mistura de limalha de ferro, vidro, enxofre, areia e cloreto de sódio (D1), a maneira mais barata de fazer a separação dessas substâncias e obter o cloreto de sódio que foi o objetivo, através da técnica de imantação foi retirado a limalha de ferro (D2), sabendo que o enxofre, a areia e o vidro não são solúveis em água, ao contrário do cloreto de sódio (J1), foi adicionado água destilada em um recipiente que continha as substâncias e misturado até que o cloreto de sódio dissolvesse (D3). Com o cloreto dissolvido, foi feito o processo de filtração para a retirada dos resíduos não dissolvidos (D4).</i></p>
Grupo C	<p><i>A separação de mistura é utilizada para obter a matéria pura de um elemento seja ele qual for, o que ajuda muito em nossas vidas (D1). No processo de separação de mistura heterogênea realizado utilizamos três métodos filtração, evaporação e separação magnética (D2). No primeiro momento separou a limalha de ferro das demais substâncias (D3) através do processo chamado separação magnética (B1), onde a limalha de ferro foi atraída pelo imã (J1). Em seguida foi feita a filtração, o papel filtro reteve o enxofre, areia e cacos de vidro (D4), assim restando no becker apenas a parte líquida (C1). Aquecemos o recipiente que continha a $H_2O + NaCl$, fazendo com que a água entrasse em estado de ebulição (D5). (passagem do estado líquido para o gasoso) (B2) primeiro do que o sal e assim restando apenas sal no recipiente (C2). Por fim foi feita a pesagem do material coletado e efetuado os cálculos para determinar a porcentagem do cloreto de sódio $Z = 2,17$ (C3).</i></p>

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Para a atividade experimental 1, como observado no Quadro 1, o grupo A produziu um argumento CDJB, com a presença de conclusões, dados, justificativas e *backing*. O grupo B, por sua vez, apresentou apenas dois elementos presentes na estrutura de um argumento, desse modo, não produziu um argumento de acordo com Toulmin, uma vez que o seu texto



apresentou apenas dados e justificativa. Como corroborado por Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014), a dificuldade de inserir os outros elementos nas argumentações pode ser devido ao fato de poucas vezes os estudantes realizarem esse tipo de atividade, o que foi constatado com os resultados desse grupo. O grupo C produziu um argumento do tipo CDJB conforme apresentado no Quadro 1, apresentando dados sustentados por justificativa apoiada por *backings*, a qual permitiu a elaboração de conclusões a respeito da resolução do problema.

A partir da análise dos dados, o grupo B não apresentou um argumento válido, uma vez que, seu texto apresentou apenas dados (D1-D4) e justificativa (J1), sem a presença de uma conclusão, que de acordo com Toulmin (2006) deve ser acompanhada de D e J para ser considerado um argumento. Já os grupos A e C apresentaram um argumento válido, os quais construíram argumentos mais complexos devido à presença de *backing*, fundamento científico que respaldou a justificativa permitindo a elaboração da conclusão.

A seguir no Quadro 2 são apresentadas as descrições dos textos dos grupos sobre atividade 2, o que nos permitiu inferir se os grupos A, B e C produziram argumentos de acordo com Toulmin.

Quadro 2: Análise dos textos dos grupos A, B e C referente a atividade experimental 2.

Atividade Experimental 2	
Grupo A	<i>O conhecimento das transformações químicas nos auxilia melhor compreender muitos fatos do dia-a-dia como produção de medicamentos, criação de conservantes. Podemos reconhecer a ocorrência de uma reação química por meio de mudanças de cor, liberação de gás (efervescência), formação de um precipitado, variação da temperatura (D1). Uma atividade bastante comum em um laboratório de análises químicas é a identificação de substâncias (D2). Nós técnicos de um laboratório de química de uma universidade deparamo-nos com a necessidade de identificar três reagentes químicos deixados na bancada do laboratório sem os respectivos rótulos (D3). Depois de uma pesquisa (Q1) resolvemos utilizar apenas água destilada (H₂O) e ácido acético (CH₃COOH) para identificá-los (C1). O experimento foi dividido em duas etapas (D4). A primeira etapa começou utilizando uma espátula para colocar as substâncias nos três tubos de ensaios, em seguida adicionou-se água destilada (D5), para dissolver as amostras facilitando as reações (J1). Logo depois pegamos o ácido acético com a pipeta utilizando a medida de 4 ml e despejamos nos três tubos de ensaio (D6). O que efervescer é o carbonato de sódio (C2). E anotamos o número do tubo de ensaio que sofreu efervescência o número 2 (D7). Como o carbonato de sódio está misturado no tubo 2, ele não pode ser colocado para reagir com o NH₄Cl e com o sal (J2), então temos que descartar e lavar os tubos de ensaio e começar a segunda etapa (C3). Com os materiais já limpos, colocamos as duas substâncias a 1 e a 3 nos respectivos tubos de ensaio e adicionamos água destilada para dissolver as substâncias (D8). Agora pode-se prosseguir de duas formas diferentes primeiro pode sentir o cheiro dos tubos 1 e 3 e tentar sentir qual tem cheiro característico (J3) que de acordo com a pesquisa feita anteriormente (Q2) o NH₄Cl exala um cheiro característico (C4). Pode adiciona-se carbonato de sódio (Na₂CO₃) que é a substância de nº 2 nos tubos de ensaio (C5), e o que tiver cheiro característico é o cloreto de amônio (NH₄Cl) (Q3), identificamos que ele está no frasco 1. E o que não reagiu o frasco 3 é o NaCl (C6). Dessa forma foi possível identificar as três substâncias a primeira era o cloreto de amônio (NH₄Cl), a segunda o carbonato de sódio (Na₂CO₃) e a terceira cloreto de sódio (NaCl) utilizando apenas água destilada (H₂O) e o ácido acético (CH₃COOH) (C7).</i>
Grupo B	<i>Para identificar as três substâncias cloreto de sódio (NaCl), cloreto de amônio e o carbonato de sódio os analistas usaram os conhecimentos de reações químicas, hidrólise, ácido e base para identificar as mesmas (C1). Utilizando apenas água destilada e ácido acético os analistas usaram os tubos de ensaios com água destilada (D1) e por meio de eliminação (J1) descobriu-se primeiramente o carbonato de sódio (C2), pois reagiu na presença de ácido produzindo efervescência ou seja despreendimento de gás. (B1). Sendo assim descobrindo o</i>



	<p>carbonato de sódio o ensaio foi realizado novamente para descobrir o cloreto de amônio (D2). O cloreto de amônio ao ser misturado a hidróxido (Base) tem como resultante a liberação de amônia (NH_3) (C3) que tem cheiro forte e característico (J2). Portanto o conhecimento de reação química colaborou com os técnicos para descobrir e identificar as três substâncias (C4).</p>
Grupo C	<p>Com o conhecimento das reações químicas podemos compreender muitos dos fatos de nosso dia a dia (D1), devido as reações químicas serem acompanhadas por fatos observáveis, as chamadas evidências (J1). A identificação das substâncias é uma atividade comum em um laboratório (D2). No experimento realizado o problema era identificar 3 reagentes sólidos brancos, NaCl (cloreto de sódio), NH_4Cl (cloreto de amônio) e Na_2CO_3 (carbonato de sódio) (D3). Os sais de amônio ao serem misturados a hidróxidos ou carbonatos de metais alcalinos resultam na liberação da amônia (NH_3) com cheiro forte (D4). E dispoendo apenas de água destilada e ácido acético (CH_3COOH) e os materiais de laboratório (J2) identificamos os reagentes por meio das evidências decorrentes de suas interações (C1). Cada substância foi colocada em tubos de ensaio enumerados de 1 a 3 (D5). Quando misturamos o ácido acético a substância presente no tubo 2, verificou-se o desprendimento de gás (D6), o que identificou o carbonato de sódio (C2), que ao ser adicionado nos tubos 1 e 3, o que liberou cheiro característico foi o 3 (D7), identificando assim as três substâncias (C3). Os resultados foram obtidos rapidamente, em cada um dos testes ocorreram modificações (C4) que levaram a formação de novas substâncias, ou seja, uma reação química (Q1).</p>

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Na atividade experimental 2, os grupos A e C produziram os mesmos elementos na estrutura dos seus argumentos (CDJQ): dados fundamentados por justificativas que permitiram a elaboração de conclusões, fortalecidas por qualificadores, circunstâncias que validam as conclusões. No texto do grupo B foi possível identificar dados, justificativas, conclusões e um *backing*, sendo classificado com um argumento CDJB (Quadro 2). Considerando a complexidade de um argumento pelos elementos presentes, podemos inferir que os três grupos produziram argumentos complexos. Mas, de acordo com a ordem crescente de complexidade estabelecida por Erduran, Simon e Osborne (2004), os grupos A e C produziram argumentos mais complexos que o grupo B. Vale ressaltar que combinação dos elementos que indica a complexidade do argumento, em ordem crescente é: CDJ; CDJB; CDJR; CDJQ; CDJBQ; CDJBQR.

A seguir no Quadro 3 são apresentadas as descrições dos textos dos grupos sobre a atividade 3, o que nos permitiu inferir se produziram argumentos de acordo com Toulmin.

Quadro 3: Análise dos textos dos grupos A, B e C referente a atividade experimental 3.

Atividade Experimental 3	
Grupo A	<p>Para que precisamos da geladeira? Porque a nossa mãe quando está com pressa cozinha na panela de pressão?(D1). Quando guardamos alimentos na geladeira para retardar as reações que levam à decomposição ou usamos uma panela de pressão para aumentar a velocidade de cozimento dos alimentos (J1). Este comportamento cinético permite aperfeiçoar a produção industrial de diversas substâncias (C1). Utilizando apenas os seguintes materiais: prego, palha de aço, ácido clorídrico (HCl), comprimido efervescente (antiácido), papel alumínio e hidróxido de sódio (NaOH) (D2). Assim é possível perceber a multivariabilidade de experimentos que pode ser feito (C2). Para o experimento 1 conseguimos descobrir dois modos de realizá-lo (C3), no modo 1 pegamos dois tubos de ensaio e colocamos concentrações diferentes de NaOH em cada um (D3). Quando adicionamos alumínio ao NaOH tem-se um desprendimento de gás (J2). Dessa forma vamos usar pequenas bolas de papel alumínio (C4). No tubo de ensaio 1 colocamos uma concentração de NaOH menor que 5 mol/L e no tubo de ensaio 2 colocamos uma</p>



	<p>concentração maior que 5 mol/L, diluímos o NaOH em água destilada deixando em um mesmo volume (D4). Pegamos uma bolinha de papel de alumínio e pesamos para terem a mesma massa (1,67 g) e colocamos ao mesmo tempo nos dois tubos de ensaio e marcamos o tempo (D5). Em menos de 30 segundos podemos observar que o tubo de ensaio 2 que estava concentrado a reação ocorreu mais rapidamente (C5). Agora para o experimento 2 partimos um sonrisal ao meio, pesamos cada um dos lados e trituramos um deles com um pilão (D6). Nesse experimento variamos a superfície de contato (C6). Pegamos 2 tubos de ensaio e colocamos água destilada nos dois deixando-os a um mesmo volume. Logo depois adicionamos ao mesmo tempo os sonrisais. No tubo de ensaio 1 colocamos o sonrisal pela metade e no tubo de ensaio 2 colocamos o sonrisal triturado (D7). Podemos observar que o tubo de ensaio 2 reagiu mais rápido em 10 segundos (C7). Já para o experimento 3 pegamos o sonrisal partimos ao meio pesamos os dois lados para terem o mesmo iguais (D8). Nesse experimento variamos a temperatura (C8). Pegamos dois tubos de ensaio e colocamos no tubo de ensaio 1, 20 mL de água fria e no tubo de ensaio 2, 20 ml de água a temperatura ambiente. E adicionamos sonrisal ao mesmo tempo (D9). Podemos observar que o tubo de ensaio 2 que se encontra em temperatura ambiente reagiu mais rápido (C9). O que foi possível ter cuidado nesse experimento para que ele desse certo foi que para determinar a influência de uma variável, deve-se fixar todos os outros aspectos que influenciam a reação (C10).</p>
Grupo B	<p>Percebeu-se com o experimento sobre cinética química que a superfície de contato, a concentração e a temperatura influencia na velocidade de uma reação química (C1). A velocidade de uma reação química é a medida da rapidez que é consumido os reagentes ou um produto é formado (B1), durante a reação comprovada nas situações problemas realizadas em laboratório de química experimental (D1). O grupo percebeu que ao realizar experimentos que existem velocidades diferentes para cada reação química (C2), pois cada uma acontece em sua velocidade específica (J1). Comprovando então que algumas são lentas e outras são rápidas. Portanto em relação a superfície de contato da situação problema comprovou-se que quanto maior a superfície de contato (palha de aço) mais rápido é a reação (C3). Quanto a concentração dos reagentes variou-se a concentração do NaOH 2 mol/L para 1 mol/L (D2) e percebeu-se que o de maior concentração reagiu mais rápido (C4). Quanto a temperatura, quanto maior a temperatura maior a agitação nas moléculas (B2) tornando-se mais rápido a reação (J2). Portanto através dos principais fatores que afetam na velocidade das reações comprovou-se que a temperatura, a superfície de contato, a concentração afetam diretamente na velocidade das reações (C5).</p>
Grupo C	<p>O conhecimento e o estudo da velocidade das reações, estão relacionados ao nosso dia a dia (D1), por exemplo, quando guardamos alimentos na geladeira para retardar sua decomposição ou usamos uma panela de pressão para aumentar a velocidade de cozimento dos alimentos (J1). Na produção de materiais de interesse comercial, é importante aumentar a velocidade da reação, para aperfeiçoar a produção (C1). Já no caso de reações indesejáveis, como a formação de ferrugem, interessa diminuir o máximo possível a velocidade de reação (R1). Através do dado experimento, fomos incentivados à buscar respostas aos questionamentos que foram propostos pela atividade. Para explicar as situações recorremos aos assuntos estudados anteriormente em outras disciplinas (D2), e assim conseguimos encontrar algumas soluções possíveis para o problema (C2). Para explicar a situação um utilizamos papel alumínio, água destilada e 10 ml de NaOH em tubos de ensaio. Nesta concentração, observou-se que houve a liberação de gás carbônico pela solução (D3), onde a reação ocorreu mais rápida no tubo de ensaio (C3) onde se evidenciou a maior concentração de reagente (J2). Para buscar respostas para a situação dois foi proposto que fosse utilizado um comprimido efervescente, sendo metade dele triturado e colocado na solução e a outra metade do comprimido colocado inteiro. Observou-se neste experimento que houve a liberação de gás carbônico (D4), onde no tubo de ensaio de maior concentração a reação ocorreu mais rápida (C4). Por fim, na situação três, a experimentação proposta foi de que também fosse utilizado o comprimido efervescente para se obter respostas (D5). Assim, analisou-se que o comprimido na água em temperatura ambiente, dissolve mais rapidamente do que na água gelada (C5), isso porque o calor ajuda na reação (J3). Nas três situações propostas foi constatada a aplicação de conhecimentos nos</p>



	<i>conteúdos de cinética química (situações 1, 2 e três), concentração de reagentes (situação um), superfície de contato (situação dois) e temperatura (situação três), assim como foi possível quantificar as amostras através do conhecimento de pesagem e medida qualitativa das amostras. Pode-se concluir que o estudo e realização da atividade experimental verificaram a importância da cinética química, dos fatores que influenciam a velocidade das reações nas pesquisas de laboratório, assim como no cotidiano (C6).</i>
--	--

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Para a atividade experimental três, no texto do grupo A foram identificados apenas os três elementos fundamentais que tornam um argumento válido. Enquanto o grupo B produziu um argumento do tipo CDJB. O grupo C elaborou um argumento complexo, com a presença de dados, justificativas e conclusões, contestada pela presença de um elemento de refutação, conforme pode ser observado no Quadro 3, a qual apresenta as descrições dos textos que constata a classificação dos textos quanto a estrutura do argumento. De acordo com os dados, embora os três grupos tenham construído argumentos válidos, os grupos B e C devido a presença dos elementos *backing* e refutação produziram argumentos mais complexos.

Na Tabela 1 a seguir temos os elementos identificados nas análises dos textos dos grupos A, B e C referentes à resolução dos problemas propostos nas três atividades experimentais. Isso nos permitiu inferir sobre a evolução dos grupos na elaboração dos argumentos.

Tabela 1: Elementos presentes nos textos dos grupos A, B e C referentes às atividades experimentais 1, 2 e 3.

	Atividade Experimental 1	Atividade Experimental 2	Atividade Experimental 3
Grupo A	CDJB	CDJQ	CDJ
Grupo B	DJ	CDJB	CDJB
Grupo C	CDJB	CDJQ	CDJR

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Quando avaliamos o desenvolvimento de cada grupo, percebemos que o grupo A, embora tenha apresentado argumentos válidos de acordo com Toulmin (2006), não apresentou grande evolução na elaboração dos seus argumentos, no texto da atividade 3 apresentou apenas os elementos CDJ, os argumentos mais complexos foram identificados nos textos das atividades 1 e 2. Todavia, podemos inferir que o grupo construiu e mobilizou argumentos por meio da resolução dos problemas, verificado nas análises dos textos produzidos.

O grupo B para a atividade 1 não produziu um argumento válido de acordo com Toulmin, porém ao longo das atividades experimentais, conseguiu uma evolução significativa, pois nos textos 2 e 3 além dos elementos fundamentais apresentou *backing* que forneceu uma maior complexidade ao argumento. Este fato nos leva a inferir que embora para a atividade 1 o grupo não construiu um argumento, ao longo das atividades obteve uma maior evolução na elaboração dos argumentos. A familiaridade com o método pode ser um fator que influenciou na evolução, como corroborado por Medeiros, Silva e Locatelli (2018) o ato de argumentar é um desenvolvimento gradual. Enquanto, o grupo C, para as três atividades experimentais, produziu argumentos mais complexos, apresentando além dos elementos fundamentais (dados, justificativas e conclusões), os elementos adicionais que fornecem um nível de complexidade aos argumentos. Como sugerido por Erduran, Simon e Osborne (2004), a combinação dos elementos indica a complexidade do argumento, em ordem crescente: CDJ; CDJB; CDJR; CDJQ; CDJBQ; CDJBQR.

Nesse sentido, tais constatações identificadas na produção dos argumentos dos três grupos podem ser justificadas por dois fatores: a natureza dos problemas propostos influenciou o desenvolvimento das atividades experimentais e a produção dos textos, pois os problemas com maior proximidade do mundo real, principalmente relacionados à formação profissional dos alunos, foi um fator motivacional, gerando interesse e engajamento dos alunos; outro fator preponderante foi o perfil de cada grupo, os componentes do grupo A, por exemplo, demonstravam maior interesse por problemas de cunho científico, desse modo, tiveram melhor desempenho nas atividades 1 e 2 que envolviam problemas de maior cunho científico, a atividade 3, como envolvia situação de caráter mais sociocientífico e mais simples, se limitaram a cumprir o proposto. Enquanto o grupo B, demonstrou interesse pela resolução das atividades à medida que adquiriram conhecimento para resolver as situações problemas e compreenderam a estrutura de um argumento. O grupo C, por outro lado, demonstrou interesse pelas temáticas tratadas nas três atividades.

Considerações finais

De modo geral, com a análise dos textos dos alunos, verificamos que os três grupos apresentaram textos argumentativos, de acordo com o modelo proposto por Toulmin (2006), pois, em sua estrutura estavam presentes os elementos fundamentais que, quando presentes, caracterizam um argumento. Assim, podemos inferir que as atividades experimentais pautadas na PBL desenvolvidas em pequenos grupos, com a utilização de conhecimento em um contexto para a resolução de um problema, favorecem a construção e mobilização de argumentos pelos alunos, o que vai ao encontro dos resultados obtidos por Reigosa (2012). Além disso, a aula sobre argumentação e o exercício realizado com o intuito de ensinar os discentes a produzir argumentos válidos de acordo com Toulmin foi de suma importância para tal ocorrência. Portanto, podemos sugerir que a comunicação escrita da resolução dos problemas propostos nas atividades experimentais, feita em forma de um relato textual em que os alunos foram orientados sobre os elementos que deveriam apresentar em seus textos, os conduziram na produção de argumentos, os quais sinalizam compreensão de aspectos tanto teóricos quanto metodológicos envolvidos nas atividades experimentais.

Logo, os dados analisados nos forneceram resultados importantes a respeito da relevância das atividades experimentais pautadas na PBL propiciarem ambientes profícuos para a produção de elementos que direcionam à argumentação. E ainda, os resultados apontam para o fomento de características essenciais nos discentes, como corroborado por Guimarães e Massoni (2020), este tipo de metodologia desenvolve a autonomia e pensamento crítico sobre questões científicas o que influencia diretamente na promoção da argumentação.

Referências

ALBE, V. When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: students' argumentation in group discussions on a socio scientific issue. **Research in Science Education**, v. 38, p. 67-90, 2008.

BRITO, J. Q. A.; SÁ, L. P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 505-529, 2010.

CAMPANER, G.; DE LONGHI, A. L. La argumentación en educación ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 442-456, 2007.

CAMPILLO, Y. P.; GUERRERO, J. A. C. El ABP y el diagrama heurístico como herramientas para desarrollar la argumentación escolar en las asignaturas de ciencias. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 3, p. 499-516, 2013.

ÇOBAN, G. U. The effects of inquiry supported by argument maps on science process skills and epistemological views of prospective science teachers. **Journal of Baltic Science Education**, v. 12, n. 3, p. 271-288, 2013.

DAWSON, V. M.; VENVILLE, G. Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. **Research in Science Education**, v. 40, p. 133-148, 2010.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPPING into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science Education**, v. 88, n. 6, p. 915-933, 2004.

GUIMARÃES, R. R.; MASSONI, N. T. O uso do modelo padrão de argumentação de Stephen Toulmin no ensino de ciências no âmbito da disciplina de física: alguns resultados de pesquisa e reflexões a partir de debates em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 3, p. 487-502, 2020.

KIM, H.; SONG, J. The features of peer argumentation in middle school students' scientific inquiry. **Research in Science Education**, v. 36, p. 211-233, 2006.

LEAL, L. P. V.; SALVI, R. F.; LORENZETTI, L. O panorama da argumentação científica no ensino de química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 7, n. 3, p. 214-230, 2021.

LOURENÇO, A. B.; QUEIROZ, S. L. Argumentação em aulas de química: estratégias de ensino em destaque. **Química Nova**, v. 43, n. 9, p. 1333-1343, 2020.

MEDEIROS, E. F.; SILVA, M. G. L.; LOCATELLI, S. W. A argumentação e o potencial metacognitivo de uma atividade experimental baseada na POA (Previsão-Observação-Argumentação). **Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 14, n. 29, p. 27-42, 2018.

NASCIMENTO, S. S.; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, s/p, 2008.

NIELSEN, J. A. Dialectical features of students' argumentation: a critical review of argumentation studies in science education. **Research in Science Education**, v. 43, p. 371-393, 2013.

OLIVEIRA, J. R. S.; BATISTA, A. A.; QUEIROZ, S. L. Escrita científica de alunos de graduação em química: análise de relatórios de laboratório. **Química Nova**, v. 33, n. 9, p. 1980-1986, 2010.

REIGOSA, C. Un estudio de caso sobre la comunicación entre estudiantes en el laboratorio escolar. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 1, p. 98-119, 2012.

SÁ, L. S.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de Argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Revista Ensaio**, v. 16, n. 3, p. 147-170, 2014.



SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 2, p. 393-410, 2014.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. 2ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006. 375 p.

VELLOSO, A. M. S.; SÁ, L. P.; MOTHEO, A, J.; QUEIROZ, S. L. Argumentos elaborados sobre o tema “corrosão” por estudantes de um curso superior de química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 593-616, 2009.

