

## Artigo

## O Desenvolvimento de Argumentação e Mobilização de Conceitos Químicos por Meio da Atividade Experimental Investigativa

Menezes, J. M. S.; Farias, S. A.

*Rev. Virtual Quim.*, 2020, 12 (1), 223-233. Data de publicação na Web: 20 de fevereiro de 2020

<http://rvq.sbg.org.br>

### The Development of Argumentation and Mobilization of Chemical Concepts Through Investigative Experimental Activity

**Abstract:** Investigative experiments are activities that require a more active participation from the student, and thus assist in the development of important skills in the learning process, such as argumentation. Colligative Properties, presents itself, in the literature, as one of the most difficult chemical contents to understand, besides, there is a certain absence of works that address experiments aimed at the same. This work focused on the cryoscopy property. Thus, the question that guided the research was “how are the arguments of high school students developed when they perform experimental investigative activities?”. So, the objective was to analyze the development of the arguments and mobilization of chemical concepts of 2nd year high school students through investigative experimentation. The research had a qualitative character and the data were collected in a public school in the city of Manaus, having as instruments of collection activity cards and record in field diary. The elements present in the Toulmin scheme were considered to analyze the arguments made by the students at the end of the investigative experimental activity. Thus, the data obtained suggest that the argument can be developed through investigative experiments, as it was possible to perceive argumentative elements in the students' responses, such as data, justification and conclusion, in an attempt to describe the observed phenomenon, managing to analyze and understand the influence of a non-volatile solute water freezing temperature.


**Keywords:** Investigative experimental; cryoscopy; argumentation; chemistry teaching.

### Resumo

Os experimentos investigativos são atividades que exigem do aluno uma participação mais ativa, e com isso auxiliam no desenvolvimento de habilidades importantes no processo de aprendizagem, como por exemplo a argumentação. Propriedades Coligativas, se apresenta, na literatura, como um dos conteúdos químicos mais difíceis de entender, além disso, existe uma certa ausência de trabalhos que abordem experimentos voltados ao mesmo. Focou-se neste trabalho na propriedade crioscopia. Desse modo, a questão que norteou a pesquisa foi “como são desenvolvidas as argumentações de alunos do Ensino Médio quando executam atividades experimentais investigativas?”. Então, objetivou-se analisar o desenvolvimento das argumentações e mobilização de conceitos químicos de alunos do 2º ano do Ensino Médio por meio da experimentação investigativa. A pesquisa teve caráter qualitativo e os dados foram coletados numa escola pública da cidade de Manaus, tendo como instrumentos de coleta fichas de atividades e registro em diário de campo. Foram considerados os elementos presentes no esquema de Toulmin para analisar os argumentos feitos pelos alunos ao final da atividade experimental investigativa. Desse modo, os dados obtidos sugerem que a argumentação pode ser desenvolvida por meio de experimentos investigativos, pois foi possível perceber elementos argumentativos nas respostas dos alunos, como dados, justificativa e conclusão, na tentativa de descrever o fenômeno observado, conseguindo analisar e compreender a influência de um soluto não volátil temperatura de congelamento da água.

**Palavras-chave:** Experimentação investigativa; crioscopia; argumentação; ensino de química.

\*Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Química, Núcleo Amazonense em Educação Química, Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos 1200, CEP 69067-005, Coroadó I, Manaus-AM, Brasil.

 [jmichelmenezes@gmail.com](mailto:jmichelmenezes@gmail.com)  
DOI: [10.21577/1984-6835.20200017](https://doi.org/10.21577/1984-6835.20200017)

# O Desenvolvimento de Argumentação e Mobilização de Conceitos Químicos por Meio da Atividade Experimental Investigativa

Jean Michel dos Santos Menezes, Sidilene Aquino de Farias

Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Química, Núcleo Amazonense em Educação Química, Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos 1200, CEP 69067-005, Coroado I, Manaus-AM, Brasil.

\*[jmichelmeneses@gmail.com](mailto:jmichelmeneses@gmail.com)

*Recebido em 29 de Abril de 2019. Aceito para publicação em 11 de Fevereiro de 2020*

## 1. Introdução

### 2. Revisão bibliográfica

2.1. A experimentação investigativa

2.2. O ensino das Propriedades Coligativas

2.3. A argumentação e o Modelo de Toulmin

### 3. Metodologia

### 4. Resultados e discussão

4.1. O levantamento de hipóteses e a argumentação

### 5. Considerações finais

### 6. Referências bibliográficas

## 1. Introdução

O ensino de Ciências, assim como o ensino de Química vem passando por diversas transformações nos últimos anos. Ao contrário do que se objetivava no passado, que era basicamente transmitir informações, hoje o ensino de Ciências tem por objetivo preparar o indivíduo para ser um cidadão consciente e que consiga se posicionar criticamente frente a situações do cotidiano.<sup>1</sup>

Para atender esse objetivo de formação geral pode-se enfatizar algumas das finalidades do Ensino Médio que constam no Art. 35 da LDB: “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” e “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos

processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina”.<sup>2</sup>

Corroborando com essa formação, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta, especificamente, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no Ensino Médio, como um campo que oportuniza o aprofundamento e a ampliação dos conhecimentos explorados na etapa anterior (Ensino Fundamental), e destaca que

[...] possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais.<sup>3</sup>

Para aprender ciência é importante que se reconheça as diversas formas de expressar um mesmo significado, ou seja, compreender a diferença entre as linguagens cotidiana e científica.

Desse modo, trabalhos como o de Ruppenthal e Schetinger<sup>4</sup> destacam a necessidade de utilizar metodologias que oportunizem a prática do pensar cientificamente e da argumentação.

A argumentação, no ambiente de sala de aula, é uma interação comunicativa particular em que os alunos confrontam seus saberes e opiniões sobre um determinado tema ou conteúdo, descrevendo ideias, apresentando hipóteses, justificando ações ou conclusões que chegaram e explicando resultados alcançados.<sup>5,6</sup>

Desse modo, a argumentação não dá apenas sentido à essas explicações, mas também, por meio destas ela ajuda desenvolver a compreensão de conceitos científicos. Porém, é difícil conceber a argumentação sobre questões que estão fora da realidade do aluno ou cujas interações com eles são poucas, o que promove o desinteresse e a ideia de que a Química vista em sala de aula está distante e/ou não tem relação com sua vivência cotidiana.<sup>7,8</sup>

Por esse motivo, destaca-se a necessidade de criar ambientes e utilizar de metodologias e estratégias que favoreçam o contato do aluno com problemas autênticos e relevantes para si, possibilitando uma boa argumentação dos fenômenos e compreensão dos conceitos químicos.

A experimentação investigativa é um tipo de atividade que corresponde a essa necessidade, uma vez que exige do aluno uma grande participação para a sua execução e com isso uma atividade intelectual mais ativa.<sup>9</sup> Além disso, possibilita em suas etapas a argumentação, como no levantamento de hipóteses e nas conclusões por exemplo.

Na BNCC a investigação configura como um princípio formativo no currículo de Ciências da Natureza, uma vez que está constitui uma competência formativa. Dessa maneira, enfatiza-se a importância da investigação na formação dos estudantes da Educação Básica, tendo em vista que

Os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área [...] aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área.<sup>3</sup>

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar o desenvolvimento das argumentações e mobilização de conceitos relacionados a Crioscopia, de alunos do 2º ano do Ensino Médio por meio de atividades experimentais investigativas.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. A experimentação investigativa

O termo “investigação”, no contexto educacional, é utilizado para atividades que exigem que os alunos pensem e façam escolhas sobre “o que variar” e “o que medir”. Essa escolha é o que importa, pois ela irá proporcionar que os alunos planejem e executem o próprio trabalho.<sup>10</sup>

O ensino por experimentação investigativa vem crescendo nos últimos anos.<sup>9</sup> A experimentação investigativa visa a exploração de um fenômeno pelo aluno, sendo que para isso o aluno precisa ter uma participação ativa, fazendo-o capaz de construir seu próprio conhecimento nesse processo.

A atividade experimental investigativa envolve, obrigatoriamente, algumas etapas como a discussão de ideias a partir de situações problema, elaboração de hipóteses explicativas e ações para testá-las, e análise e comunicação dos resultados. Esse tipo de atividade estimula de maneira máxima a interatividade intelectual, física e social, contribuindo de forma intensa na construção de conceitos.<sup>11</sup>

A experimentação investigativa se inicia com a formulação de um questionamento (situação-problema) que desperte a curiosidade dos alunos. Feito isso, o professor deve solicitar o levantamento de *hipóteses* dos alunos e com isso verificar os conhecimentos que os mesmos já possuem sobre o conteúdo. Depois do levantamento de hipóteses, o professor solicita um plano de ação para testar as hipóteses selecionadas, ou seja, a elaboração do experimento. A partir dos dados obtidos no experimento, os alunos são orientados a organizar esses dados em tabelas ou gráficos, aproveitando para realizar as discussões em cima deles. Por fim, propõe-se que os alunos respondam o questionamento inicial e comuniquem seus resultados com os outros colegas.<sup>12</sup>

O professor deve considerar a importância de colocar os alunos frente a um questionamento inicial

adequado ao conteúdo, propiciando a construção do próprio conhecimento e oportunizando a argumentação. Essa situação-problema precisa ser bem elaborada e é fundamental que esteja contido na cultura social dos alunos, levando-os a realizar pequenas pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.<sup>13-16</sup>

Essa etapa inicial é o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que proporciona condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu conhecimento e se posicionar, apresentando suas hipóteses. Assim, o professor tem liberdade para utilizar de diferentes recursos e abordagens para apresentar ao aluno a situação-problema de forma contextualizada e clara.<sup>15,16</sup>

A elaboração de *hipóteses* é o ápice da investigação. As hipóteses orientam a resolução do problema proposto, e uma vez aliado aos conhecimentos que já se tem sobre ele, permitem a análise e interpretação dos resultados. É necessário que haja uma articulação entre o conhecimento que está sendo construído com outros já construídos, com a finalidade de ampliar e modificar a compreensão dos alunos. Essa etapa também deve ser orientada pelo professor, de modo que ele escolha se a elaboração da hipótese será feita individualmente, em grupo, dupla, dependendo da realidade dos alunos.<sup>17,18</sup>

Ao final de uma investigação, os alunos organizam e analisam os dados, concluem e comunicam os resultados obtidos. Essa etapa, segundo Ward<sup>10</sup> e Carvalho<sup>15</sup>, é a da sistematização do conhecimento, onde o professor solicita e orienta que eles escrevam, desenhem, discutam sobre o que aprenderam na atividade, ou seja, argumentem e mobilizem os conceitos aprendidos.

Borges<sup>19</sup> destaca que o progresso do desempenho dos alunos bem como a autonomia e desenvolvimento da argumentação através dessas atividades experimentais não são de maneira imediata. É um processo que requer tempo.

Desse modo, Kasseboehmer, Hartwing e Ferreira<sup>20</sup> enfatizam que de acordo com a maior ou menor participação dos alunos em um experimento, os seguintes níveis de investigação podem ser destacados (Quadro 1).

Borges<sup>19</sup> considera que as primeiras atividades experimentais investigativas devem ser simples e em pequenos grupos, aumentando o nível de investigação gradativamente com o tempo.

## 2.2. O ensino das Propriedades Coligativas

As Propriedades Coligativas referem-se a quatro propriedades físicas características de soluções diluídas (crioscopia, osmoscopia, ebulioscopia e tonoscopia), cujos comportamentos são correlacionados e unidos pelo fato de dependerem do número de partículas de soluto presente, independentemente de sua natureza química, em uma dada quantidade de determinado solvente.<sup>21</sup>

A importância do estudo das Propriedades Coligativas torna-se evidente em muitos momentos do cotidiano do aluno, como na manipulação e conservação dos alimentos, por exemplo. Desse modo, pode-se destacar uma das habilidades apresentadas na BNCC<sup>3</sup> (p. 559), codificada como **EM13CNT307**: “Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.”

**Quadro 1.** Níveis de investigação

Nível de Investigação	Problema	Material	Procedimento Experimental	Coleta e análise de dados	Conclusões
Nível 0	Dado	Dado	Dado	Dado	Dadas
Nível 1	Dado	Dado	Dado	Dado	Em aberto
Nível 2	Dado	Dado	Dado	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Dado	Dado	Em aberto	Em aberto	Em aberto
Nível 4	Dado	Em aberto	Em aberto	Em aberto	Em aberto
Nível 5	Em aberto	Em aberto	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: Níveis de investigação (KASSEBOEHMER, HARTWING e FERREIRA, 2015).

Santos et al.<sup>22</sup> afirmam que esse é um dos conteúdos da Química mais difíceis de entender, pois englobam uma variedade de outros conceitos importantes na Química. Os pesquisadores, então, procuraram identificar aproximações e distanciamentos para o conceito de Propriedades Coligativas em relação aos demais conceitos da Química nos livros didáticos de aprovados no Plano Nacional do Livro Didático. Verificaram a existência de formas de abordagem de como surgem as Propriedades Coligativas que levam a erros conceituais, com isso destaca-se a importância da transposição didática realizada pelo professor e a habilidade de se trabalhar com diferentes metodologias.

Barros e Magalhães<sup>23</sup> destacam em seu trabalho a ausência de experimentos relacionados às propriedades coligativas, e descrevem experimentos simples, envolvendo misturas refrigerantes de gelo e cloreto de sódio (NaCl) de modo a trabalhar os conceitos da Crioscopia. Os pesquisadores observaram um grande envolvimento dos alunos na realização das atividades e uma participação considerável na elaboração de explicações para o efeito crioscópico, e afirmaram a importância desse tipo de abordagem para a discussão de conceitos químicos.

A crioscopia, ou abaixamento da temperatura de congelamento de um líquido, provocado pela adição de um soluto não volátil, ocorre porque o potencial químico do solvente na solução é menor que o do líquido puro, enquanto que o da fase sólida (se for constituída somente do solvente puro) permanece o mesmo. Então, para restaurar o equilíbrio entre as duas fases (solução e sólida) do solvente, a temperatura deve ser diminuída.<sup>21</sup>

Lisbôa<sup>24</sup> realizou um levantamento detalhado de todos os artigos publicados na seção Experimentação no Ensino de Química da revista Química Nova na Escola desde 1995 até 2015, incluindo seus autores e conteúdos tratados. São experimentos sobre os mais variados temas e com diferentes finalidades, desde a de ilustrar fenômenos até a de propiciar a reformulação de ideias prévias dos alunos e, muitas vezes, de professores. A partir desse levantamento, foi possível analisar que no decorrer desses 20 anos, apenas um artigo abordando o conteúdo Propriedades Coligativas foi publicado, em 2007. Os dados mostram também que a quantidade

média de artigos publicados nessa sessão vem diminuindo.

Destarte, enfatiza-se a necessidade de se trabalhar o conteúdo químico Propriedades Coligativas no Ensino Médio, mais especificamente a necessidade de produção de conhecimento relacionada a experimentos que abordem esse conteúdo.

### 2.3. A argumentação e o Modelo de Toulmin

A argumentação é uma atividade social, na qual um ou mais indivíduos elaboram enunciados para justificar ou refutar explicações para um determinado fenômeno.<sup>25</sup>

Essa atividade pode contribuir para o processo de aprendizagem por favorecer a expressão do raciocínio do aluno, que de maneira geral é pouco acessível durante aulas tradicionais.<sup>26,27</sup>

Osborne,<sup>27</sup> assim como Martins, Justi e Mendonça<sup>28</sup> destacam a importância da argumentação no favorecimento da mudança e compreensão conceitual dos estudantes. Isso se deve ao fato de que a argumentação é um meio que favorece a mudança de grau de aceitação de uma opinião. Portanto, o desenvolvimento da argumentação durante as aulas é essencial para que o aluno vivencie todo esse processo de compreensão conceitual, uma vez que uma boa argumentação requer elementos específicos para a resolução de situações que envolvam conflito entre opiniões.

Os alunos, quando são levados a argumentar, apresentam uma compreensão conceitual maior sobre determinado assunto do que quando não vivenciam essa prática.<sup>28</sup>

Fatareli, Ferreira e Queiroz,<sup>30</sup> por exemplo, verificaram uma boa qualidade das argumentações apresentadas por 24 alunos do Ensino Médio por meio do trabalho com textos de divulgação científica, trabalhando alguns conceitos.

Em uma amostra pesquisada por Ruppenthal e Schetinger,<sup>4</sup> à medida que os estudantes apresentaram mais elementos que constituem um argumento em seus enunciados, eles conseguiram atingir melhores níveis no teste de resolução de problemas, trabalhando com textos.

Suart e Marcondes<sup>31</sup> trabalharam a argumentação por meio de atividades experimentais investigativas. Os autores apresentam os resultados mostrando que os alunos apresentaram argumentos com os componentes



*dado*, *justificativa* e *conclusão*, fundamentais para a elaboração de um argumento completo. Esses elementos foram baseados no modelo de Toulmin,<sup>32</sup> que é muito utilizado para investigar as argumentações científicas elaboradas por alunos no ensino de ciências.

O Esquema de Argumento de Toulmin<sup>32</sup> apresenta uma proposta de análise estrutural, na qual aponta os elementos fundamentais que constituem um argumento: o dado (D), a justificativa (W/J) e a conclusão (C). É possível apresentar um argumento contando apenas com estes elementos, cuja estrutura básica é: “a partir de um dado D, já que J, então C”. Essa proposta, ilustrada na Figura 1, identifica esses elementos, assim como as relações existentes entre eles.

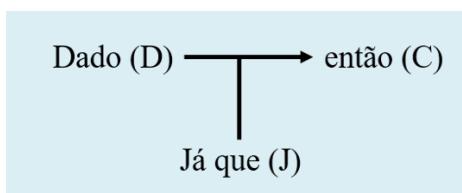
Entretanto, para um argumento ser considerado mais completo, pode-se acrescentar os qualificadores modais (Q) e condições de refutação (R), de forma a considerar outras especificidades no argumento, aprimorando então a conclusão. Assim, os qualificadores modais e as refutações limitam a justificativa e complementam a relação entre os dados e as conclusões. Além destes elementos, a justificativa, que apresenta um caráter hipotético, pode ser fundamentada em uma alegação categórica baseada em uma lei, por exemplo, denominada conhecimento básico ou *backing* (B). O esquema de argumento completo de Toulmin é apresentado na figura 2.

### 3. Metodologia

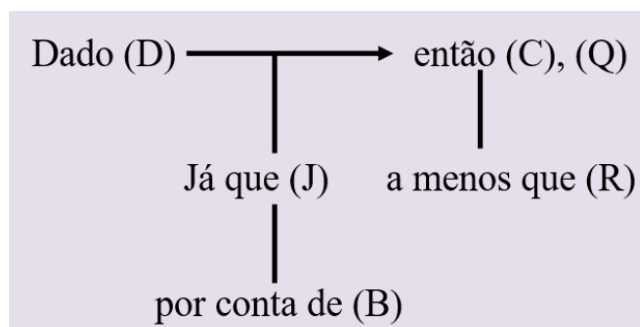
A pesquisa teve caráter predominantemente qualitativo, ou seja, explorou as características dos indivíduos e cenários que não podem ser facilmente descritos numericamente, pesquisa quantitativa.<sup>33</sup>

A pesquisa foi realizada em uma Escola Estadual localizada no bairro Nova Cidade da cidade de Manaus-AM com 17 alunos da 2ª série do Ensino Médio, e o curso foi aplicado no Laboratório de Ciências. O laboratório era muito bem equipado, contendo reagentes, vidrarias, materiais alternativos, um bom espaço, bancadas e cadeiras ideais, data show, quadro branco, um espaço perfeito para a realização constante de atividades laboratoriais, porém, pouco utilizado. A escola atende apenas alunos de Ensino Médio, e funciona nos turnos matutino, vespertino e noturno. Os alunos participantes da pesquisa assinaram os termos necessários, e levaram os termos aos seus responsáveis que também assinaram mostrando ciência e permitindo a participação na pesquisa.

Como instrumentos de coleta de dados, utilizaram-se fichas de atividades elaboradas para a investigação e registro em diário de campo. As fichas de atividades auxiliaram os alunos no plano de ação para testar as hipóteses, uma vez que as atividades experimentais investigativas não são comumente utilizadas por eles. Além disso, forneceram dados de como eles organizaram seus



**Figura 1.** Esquema de argumento de Toulmin (adaptado de Toulmin).<sup>32</sup>



**Figura 2.** Esquema de argumento completo de Toulmin (adaptado de Toulmin).<sup>32</sup>

resultados, as argumentações, a compreensão e significação que foram dando àquela atividade. Esse instrumento foi utilizado em dois momentos: na atividade experimental preparatória – que foram utilizadas com o objetivo de preparar os alunos a manipular materiais de laboratório e a organizar e trabalhar os dados que obteriam com a investigação - e na atividade experimental investigativa.

A atividade preparatória, realizada em grupos, estava relacionada a capacidade de medir temperaturas diferentes usando o termômetro e de analisar a influência da temperatura no tempo de dissolução de comprimidos efervescentes. Poucos alunos haviam tido contato com o termômetro de mercúrio, e ficaram na dúvida de como medir a temperatura com ele. Durante a construção dos gráficos de tempo versus temperatura, os alunos mostraram uma certa dificuldade durante esse processo, como é possível analisar na fala do aluno 1.

[Aluno 1]: *É que nem aquele lá gente. Vocês lembram do de ontem na aula? A temperatura né, e tempo assim?* (mostrando em qual coordenada do gráfico ficaria cada grandeza).

A organização dos dados (valores de tempo e temperatura) em tabelas auxiliou na construção de gráficos, e estes, por sua vez, auxiliaram na discussão do experimento. Ao final do experimento, na ficha de atividade preparatória, os alunos foram questionados sobre o que eles observaram, o que havia de diferente em cada sistema e o que puderam concluir com os dados coletados. Dentre as respostas dos alunos, podemos citar as respostas dos grupos 1 e 2, respectivamente.

[Grupo 1]: *Água gelada - foi a última a dissolver, sua temperatura era baixa. Água quente – foi mais rápida a dissolver, pois a água quente ajudou.*

[Grupo 2]: *Na quente, o comprimido dissolve mais rápido e provocou mais espuma* (evidenciando a liberação de gás da reação).

Na atividade de investigação, os alunos levantaram hipóteses para solucionar o problema em questão. Essas hipóteses foram classificadas de acordo com adaptações ao trabalho de Oliveira,<sup>17</sup> Kasseboehmer<sup>34</sup> e Gibin,<sup>35</sup> onde puderam ser categorizadas a priori como *incoerentes*, *parcialmente coerentes* e *coerentes*. As hipóteses consideradas incoerentes não utilizam conceitos científicos ou não se propõe a resolver o problema proposto. As hipóteses consideradas parcialmente coerentes empregam conceitos científicos,

entretanto, por meio deles não se resolve o problema proposto, ou o contrário, consegue resolver um problema, mas não usam conceitos científicos. As hipóteses coerentes são aquelas que usam conceitos científicos e respondem o problema proposto.

Foram considerados os elementos presentes no esquema de Toulmin<sup>31</sup> para analisar os argumentos feitos pelos alunos ao final da atividade experimental investigativa.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 O levantamento de hipóteses e a argumentação

A atividade experimental investigativa apresentou um nível de investigação 2, de acordo com a categorização proposta por Kasseboehmer, Hartwing e Ferreira.<sup>20</sup> Desse modo, a situação problema foi levantada pelo pesquisador, os materiais foram disponibilizados aos alunos e foi apresentada uma proposta de procedimento após as discussões das hipóteses levantadas. Por se caracterizar como nível 2, destaca-se ainda que os alunos ficaram responsáveis pela coleta e análise dos dados e as conclusões.

Foi discutido, inicialmente, o tema **“conservação de alimentos pela diminuição da temperatura”**, onde foi feito um breve histórico da conservação de alimentos até chegar na geladeira e misturas refrigerantes. A partir da discussão sobre o tema, foi levantada a seguinte situação problema: **“Uma opção alternativa quando se quer “congelar” determinado líquido, pode ser o uso de misturas refrigerantes. Essas misturas têm a propriedade de diminuir sua temperatura de congelamento. Sabendo disso, se você tivesse dois recipientes, um contendo água e o outro contendo água mais suco em pó (ambos a temperatura ambiente), como seria possível diminuir a temperatura desses líquidos?”**

Os alunos então, antes de executarem o procedimento proposto, analisaram os materiais disponíveis e levantaram suas próprias hipóteses, seus próprios procedimentos de como resolver esse problema. As hipóteses levantadas pelos grupos foram enquadradas em duas categorias, *incoerentes* e *parcialmente coerentes*. As unidades de significado para cada categoria estão discriminadas no Quadro 2.

É possível perceber que as hipóteses levantadas pelos alunos foram curtas e pouco elaboradas. Como se trata de uma perspectiva pouco utilizada por alunos de Química do Ensino Médio, a abordagem investigativa requer, inicialmente, um direcionamento realizado pelo professor, por isso, nessa atividade investigativa, os procedimentos foram propostos pelo pesquisador.

Na hipótese incoerente, pode-se verificar que parte dos alunos não utilizou de conceitos científicos ou não se propôs a resolver o problema proposto, uma vez que realizando o plano de ação dessa hipótese, não conseguiriam diminuir a temperatura dos líquidos.

A hipótese parcialmente coerente destaca os materiais certos a serem utilizados no processo que se questiona, sendo possível resolver a situação problema levantada, porém, não explica de maneira detalhada como será realizado o plano de ação, ou seja, onde adicionar o sal grosso e o gelo, como é o sistema e o procedimento dessa adição, e além disso, não usa de conceitos científicos.

Partindo para a execução dos procedimentos, os alunos conseguiram organizar os dados em tabelas durante cada etapa. O experimento estava voltado para os conceitos da crioscopia, propriedade coligativa relacionada à diminuição da temperatura de congelamento de um líquido

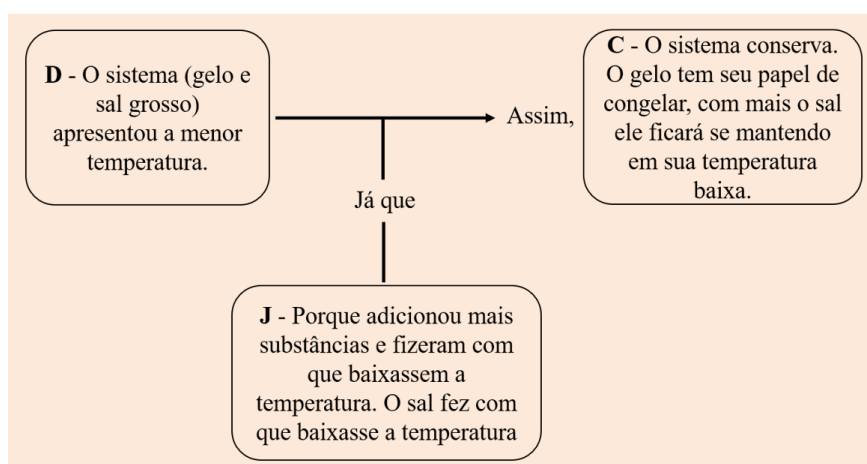
puro, quando nele é adicionado um soluto não volátil. Sendo assim, os alunos prepararam dois tubos de ensaio, um contendo somente água (3 mL) e o outro contendo uma solução de água com suco em pó dissolvido (3 mL), que foi preparada antes da solução ser adicionada ao tubo. Os dois tubos foram colocados dentro de um béquer contendo gelo e sal grosso, numa proporção de 4:1. A temperatura foi medida em cada um dos tubos e também no sistema (gelo e sal grosso) – *mistura refrigerante*.

Ao final da execução do experimento, nas análises dos resultados, os alunos conseguiram identificar que o sistema, composto por gelo e sal grosso, apresentou a menor temperatura registrada, seguida da solução de água mais suco em pó, já a amostra contendo somente água apresentou a maior temperatura entre as amostras analisadas. Os alunos argumentaram, na ficha de atividade o que significava essa “temperatura mais baixa”, o porquê de cada amostra apresentar uma temperatura diferente e como foi possível diminuir a temperatura desses líquidos. Podemos analisar os argumentos dos grupos 3 e 4, apresentados nas figuras 3 e 4 respectivamente.

Não foi identificada, nas respostas dos alunos, a ocorrência de argumentos com qualificadores modais (Q) ou refutação (R), e por mais que haja a

**Quadro 2.** Categorias obtidas e unidades de significado das hipóteses elaboradas para a primeira atividade experimental investigativa.

Categorias	Unidades de significado
Hipóteses incoerentes	“Colocaria água”
Hipóteses parcialmente coerentes	“Adicionando sal grosso e gelo”



**Figura 3.** Esquema de argumento do grupo 3.



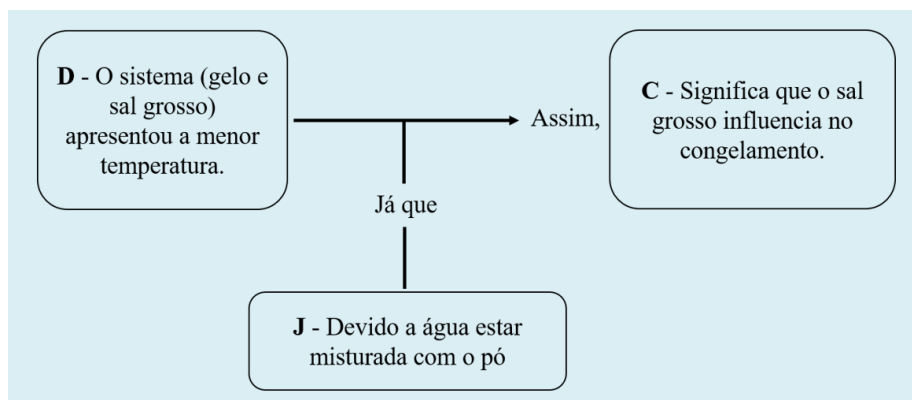


Figura 4. Esquema de argumento do grupo 4.

ausência também de *backing* pode-se considerar bons argumentos, uma vez que apresentam em sua estrutura os três elementos básicos de um argumento: dado-justificativa-conclusão.<sup>31</sup>

A dificuldade de inserir os outros elementos nas argumentações pode ser devido ao fato de poucas vezes os alunos realizarem esse tipo de atividade, já que são acostumados com respostas prontas, como apontam Sá, Kasseboehmer e Queiróz.<sup>36</sup>

Os alunos participantes nunca haviam tido contato com atividades que os levassem a tirar conclusão de algo ou argumentar. Medeiros, Silva e Locatelli<sup>37</sup> sinalizam o papel que a argumentação desempenha em favorecer o processo metacognitivo, e enfatizam que o ato de argumentar é um desenvolvimento gradual.

É importante destacar que quando se abordam conceitos científicos, os argumentos não obrigatoriamente aparecem de forma ordenada e linear, sendo que, em situações de ensino, as falas dos alunos podem se complementar e algumas justificativas podem estar implícitas. Essas observações já foram destacadas nos trabalhos de Villani e Nascimento<sup>38</sup> e de Fatareli, Ferreira e Queiroz.<sup>30</sup>

Foi possível observar, pela análise das argumentações, que os alunos conseguiram perceber a influência de um soluto não volátil (sal grosso e/ou suco em pó) em uma propriedade da água, ou seja, a temperatura de congelamento das amostras diminuiu naquelas que continham um soluto, fenômeno conhecido como **crioscopia**.

Esses resultados podem ser articulados com as competências gerais da Educação Básica e com a da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias onde sinaliza que deve-se garantir aos estudantes o desenvolvimento de algumas competências e habilidades, dentre as quais pode-se citar a habilidade

codificada no documento como **EM13CNT301**: “Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica” (p. 559).<sup>3</sup>

## 5. Considerações Finais

As atividades investigativas, por mais desafiadoras que sejam, se apresentam como uma metodologia de ensino de grande importância na construção de conceitos químicos, pois permite o desenvolvimento de habilidades que auxiliam no processo de ensino aprendizagem, como por exemplo a argumentação, permitindo a autonomia do aluno e facilitando a mobilização desses conceitos.

Foi interessante perceber o desenvolvimento dos argumentos dos alunos ao final do experimento, apesar da certa resistência – derivada do costume de receber respostas prontas dos professores – foi possível identificar a presença dos elementos argumentativos de Toulmin. Por meio da análise dos argumentos, pode-se identificar a compreensão em relação a influência dos solutos no abaixamento da temperatura do sistema, caracterizando a crioscopia.

Os alunos, em sua maioria, se sentiram autônomos, propuseram as suas ações, manipularam os materiais e se mostraram curiosos.

Desse modo, os dados obtidos sugerem que a argumentação pode ser desenvolvida por meio das atividades experimentais investigativas, uma vez

que os alunos conseguiram apresentar nas suas falas elementos que caracterizam uma argumentação e assim, mobilizaram conceitos durante o processo.

### Referências Bibliográficas

- <sup>1</sup> Vilanova, R. Educação em ciências e cidadania: mudança discursiva e modos de regulação na política do Programa Nacional do Livro Didático. *Ciência & Educação* **2015**, *21*, 177. [CrossRef]
- <sup>2</sup> Brasil. Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996. [Link]
- <sup>3</sup> Brasil. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília, DF, 2018. [Link]
- <sup>4</sup> Ruppenthal, R.; Schetinger, M. R. C. A Argumentação e a Capacidade de Resolver Problemas em Estudantes do Ensino Fundamental. *Alexandria* **2017**, *10*, 35. [CrossRef]
- <sup>5</sup> Çoban, G. U. The Effects of Inquiry Supported by Argument Maps in Science Process Skills and Epistemological Views of Prospective Science Teachers. *Journal of Baltic Science Education* **2013**, *12*, 271. [Link]
- <sup>6</sup> 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* **2014**, *20*, 393. [CrossRef]
- <sup>7</sup> 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* **2013**, *19*, 499. [CrossRef]
- <sup>8</sup> Almeida, A. S.; Santos, A. F. Novas Perspectivas Metodológicas para o Ensino de Química: Prática e Teoria Contextualizada com o Cotidiano. *Diversitas Journal* **2018**, *3*, 144. [CrossRef]
- <sup>9</sup> Bassoli, F. Atividades Práticas e o Ensino-Aprendizagem de Ciência(s): Mitos, Tendências e Distorções. *Ciência & Educação* **2014**, *20*, 579.
- <sup>10</sup> Ward, H. Em *Ensino de Ciências*, Ward, H., Roden, J., Hewlett, C., Foreman, J. eds., Artmed: São Paulo, 2010, Cap 5.
- <sup>11</sup> Campos, M. C. C., Nigro, R. G. Didática de Ciências: o Ensino-Aprendizagem como Investigação, FTD: São Paulo, 1999.
- <sup>12</sup> Silva, R. R.; Machado, P. F. L.; Tunes, E. Em *Ensino de Química em Foco*, Santos, W. L. P. dos; Maldaner, O. A. eds., Editora Unijuí: Ijuí, 2010, Cap 9.
- <sup>13</sup> Ferreira, L. H.; Hartwig, D. R.; Oliveira, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. *Química Nova na Escola* **2010**, *32*, 101. [Link]
- <sup>14</sup> Zômpero, A. F.; Laburú, C. E. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: Aspectos Históricos e Diferentes Abordagens. *Revista Ensaio* **2011**, *13*, 67. [CrossRef]
- <sup>15</sup> Carvalho, A. M. P. Em *Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula*, Carvalho, A. M. P. ed., Cengage Learning: São Paulo, 2013, Cap 1.
- <sup>16</sup> Pereira, A. S.; Vitorino, J. P.; Assis, A. O Uso de Indicadores Naturais para Abordar a Experimentação Investigativa Problematicadora em Aulas de Química. *Educação Química em Ponto de Vista* **2017**, *1*, 135. [CrossRef]
- <sup>17</sup> Oliveira, R. C.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de São Carlos, Brasil, 2009. [Link]
- <sup>18</sup> Wartha, E. J., Lemos, M. M. Abordagens Investigativas no Ensino de Química: Limites e Possibilidades. *Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática* **2016**, *24*, 5. [CrossRef]
- <sup>19</sup> Borges, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **2002**, *19*, 09. [CrossRef]
- <sup>20</sup> Kasseboehmer, A. C.; Hartwig, D. R.; Ferreira, L. H.; *Contém Química 2: Pensar, Fazer e Aprender pelo Método Investigativo*, 2a. ed, Pedro & João Editores: São Carlos, 2015.
- <sup>21</sup> Atkins, P. W.; Jones, L.; *Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente*, 3a. ed, Bookman: Porto Alegre, 2006.
- <sup>22</sup> Santos, J. T. M., Wartha, E. D., Silva, E. L., Sarmiento, V. H. V. Propriedades Coligativas: Aproximações e Distanciamentos em Relação ao Conhecimento de Referência Presentes em Livros Didáticos de Química. *Revista de Educação, Ciências e Matemática* **2013**, *3*, 1 [Link]
- <sup>23</sup> Barros, H. L. C., Magalhães, W. F. Efeito Crioscópico: Experimentos Simples e Aspectos Atômico-Moleculares. *Química Nova na Escola* **2013**, *35*, 41. [Link]
- <sup>24</sup> Lisboa, J. C. F. QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. *Química Nova na Escola* **2015**, *37*, nº especial 2. [Link]
- <sup>25</sup> Capecchi, M. C. V. M.; Carvalho, A. M. P. Argumentação em uma Aula de Conhecimento Físico com Crianças na Faixa de Oito a Dez Anos. *Investigações no Ensino de Ciências* **2000**, *5*, 171. [Link]

- <sup>26</sup> Jiménez-Aleixandre, M. P.; *10 Ideas Clave: Competencias en Argumentación y Uso de Pruebas*, Graó: Barcelona, 2010.
- <sup>27</sup> Osborne, J. Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education* **2014**, *25*, 177. [[Link](#)]
- <sup>28</sup> Martins, M.; Justi, R.; Mendonça, P. C. C. O Papel da Argumentação na Mudança Conceitual e suas Relações com a Epistemologia de Lakatos. *Educación Química* 2016, *27*, 3. [[CrossRef](#)]
- <sup>29</sup> Venville, G.; Dawson, V. M. The Impact of a Classroom Intervention on Grade 10 Students' Argumentation Skills, Informal Reasoning, and Conceptual Understanding of Science. *Journal of Research in Science Teaching* **2010**, *47*, 952. [[CrossRef](#)]
- <sup>30</sup> Fatareli, E. F.; Ferreira, L. N. A.; Queiroz, S. L. Argumentação no Ensino de Química: Textos de Divulgação Científica Desencadeando Debates. *Acta Scientiae* **2014**, *16*, 613. [[Link](#)]
- <sup>31</sup> Suart, R. C.; Marcondes, M. E. R.; Resumos do 7º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, Brasil, 2009. [[Link](#)]
- <sup>32</sup> Toulmin, S.; *Os Usos do Argumento*, Martins Fontes: São Paulo, 2001.
- <sup>33</sup> Moreira, H., Celeffe, L. G.; *Metodologia da Pesquisa para o Professor Pesquisador*. 2ª ed, Lamparina: Rio de Janeiro, 2008.
- <sup>34</sup> Kasseboehmer, A. C.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de São Carlos, Brasil 2011. [[Link](#)]
- <sup>35</sup> Gibin, G. B.; Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, Brasil, 2013. [[Link](#)]
- <sup>36</sup> Sá, L. S.; Kasseboehmer, A. C.; Queiroz, S. L. Esquema de Argumento de Toulmin como Instrumento de Ensino: Explorando Possibilidades. *Revista Ensaio* **2014**, *16*, 147. [[CrossRef](#)]
- <sup>37</sup> 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* **2018**, *14*, 27. [[CrossRef](#)]
- <sup>38</sup> Villani, C. E. P.; Nascimento, S. S. A Argumentação e o Ensino de Ciências: Uma Atividade Experimental no Laboratório Didático de Física do Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências* **2003**, *8*, 187. [[Link](#)]