

# O ensino de Química na perspectiva da BNCC: uma proposição didática para o ensino de geometria molecular e polaridade das moléculas

## *Chemistry from the perspective of the BNCC: a didactic proposition for the teaching of molecular geometry and polarity of molecules*

**Débora Luana Kurz**

Universidade Luterana do Brasil (ULBRA)  
kurz.deboraluana@gmail.com

**Everton Bedin**

Universidade Federal do Paraná (UFPR)  
bedin.everton@gmail.com

**Rossano André Dal-Farra**

Universidade Luterana do Brasil (ULBRA)  
rossanodf@uol.com.br

### **Resumo**

Esta pesquisa tem como finalidade investigar as possibilidades de uma abordagem didática voltada para o ensino de geometria molecular e polaridade das ligações e das moléculas. Quanto aos aspectos metodológicos, este estudo de abordagem qualitativa foi desenvolvido em duas turmas de 1º ano do Ensino Médio de uma escola localizada em Santa Cruz do Sul/Estado do Rio Grande do Sul. Por meio da realização de atividades voltadas à problematização e à introdução do tema geometria e polaridade das ligações e das moléculas, bem como uso de simulações sobre os tópicos em estudo, atividades pautadas na discussão de situações-problemas articuladas à prática experimental, foi possível observar um maior engajamento por parte dos estudantes frente às atividades realizadas, seja pelo interesse ou pela curiosidade pela temática compartilhada. Com isso, é possível concluir que, mediante o desenvolvimento dessa proposição, pode-se contribuir para a compreensão dos conhecimentos científicos que passam pelo objeto supracitado.

**Palavras chave:** Ciências da natureza; ensino de Química, Geometria molecular, polaridade das ligações e das moléculas.

### **Abstract**

This research aims to investigate the possibilities of a didactic approach aimed at teaching molecular geometry and polarity of bonds and molecules. Regarding the methodological aspects, this qualitative study was carried out in two classes of the 1st year of high school at a school located in Santa Cruz do Sul/State of Rio Grande do Sul. By carrying out activities aimed at problematizing and introducing the topic geometry and polarity of bonds and molecules, as well as the use of simulations on the topics under study; activities based on the discussion of problem-situations linked to experimental practice, it was possible to observe a greater engagement on the part of the students in relation to the activities carried out, either due to their interest or curiosity for the shared theme. With this, it is possible to conclude that, through the development of this proposition, one can contribute to the understanding of the scientific knowledge that permeates the aforementioned object.

**Key words:** Natural sciences; teaching chemistry, molecular geometry, polarity of bonds and molecules.

## Introdução

Um dos grandes desafios no âmbito da educação básica, em conformidade à Mezacasa, Kurz e Bedin (2020), se refere ao envolvimento do estudante no processo de construção do conhecimento, sobretudo na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Isto é, há dificuldade na proposição de uma abordagem didática que desperte o interesse e instigue a curiosidade do sujeito, no sentido de subsidiar a atribuição de relações significativas entre o objeto de conhecimento e o contexto sociocultural do estudante (MAIA; 2019; MEZACASA, KURZ; BEDIN, 2019). Esse processo é importante na formação e consolidação de uma identidade crítica do sujeito porque transpassa a possibilidade de ele ler e interpretar o mundo, visto que “o ensino de Ciências da Natureza consiste em uma estratégia para fomentar a sua participação nos processos de tomada de decisões frente a questões relativas à sociedade na qual se encontra inserido” (KURZ et al., 2021, p. 23).

Neste desenho, como mencionam Neves e Santos (2021), é emergente o desenvolvimento de pesquisas relacionadas aos processos de ensino e de aprendizagem, com a pretensão de compreender as motivações da falta de interesse dos alunos, no sentido de subsidiar o trabalho docente. Ainda, os autores mencionam que a realização de atividades experimentais ou a utilização de recursos digitais corrobora para o desenvolvimento dos níveis submicroscópico, representacional e macroscópico, assim como na transição entre eles pelo aluno (MELO; SILVA, 2019), contribuindo, também, para a contextualização do conhecimento científico, de modo a torna-lo socialmente mais relevantes para os estudantes (MAIA; 2019; NEVES; SANTOS, 2021). Afinal, “é preciso desenvolver nos estudantes a capacidade de compreender e interpretar o mundo, bem como transformá-lo de acordo com os aportes epistemológicos e processuais das ciências”, isto é, fomentar a autonomia do estudante, de modo que seja capaz de analisar, argumentar e se posicionar perante as mais distintas situações (KURZ; BEDIN, 2019, p. 2; BRASIL, 2018).

De acordo com Johnstone (1993), a Química pode ser interpretada a partir dos três níveis representacionais, baseada em três componentes fundamentais: o nível submicroscópico, o nível representacional ou simbólico e o nível macroscópico. No que tange o nível submicroscópico, este está associado à construção de modelos em nível molecular com o

objetivo de explicar as particularidades do nível macroscópico, como átomos, íons, moléculas e outros. Já o nível representacional ou simbólico, se constitui como a compreensão da linguagem empregada (símbolos, códigos, fórmulas), como na geometria molecular, a compreensão do significado atribuído aos pares de elétrons livres ou da geometria angular, por exemplo. Por fim, o nível macroscópico se refere aos fenômenos observáveis, como, por exemplo, atividades experimentais e fenômenos sensoriais (JOHNSTONE, 1993; MELO; SILVA, 2019; FERNANDES; LOCATELLI, 2021).

Nesta ótica, uma abordagem didática pautada na realização de atividades experimentais se constitui como uma estratégia profícua, uma vez que proporciona um ambiente favorável à construção do conhecimento sob a perspectiva teórica, representacional e fenomenológica do conhecimento científico (OLIVEIRA; 2010; NEVES; SANTOS; 2021). Em outras palavras, o uso da experimentação para a investigação dos fenômenos naturais sob um viés científico, contribui para a articulação entre o objeto em discussão e os elementos que perpassam pela realidade do estudante. Além disso, a experimentação no ensino de Química proporciona a discussão do objeto de conhecimento sob a perspectiva macroscópica, e, articulada a outras abordagens didáticas, pode contribuir para a transição do aluno entre os níveis de representação do conhecimento científico (FERNANDES; LOCATELLI, 2021).

Contudo, segundo Keiner e Graulich (2019), é importante na realização das atividades experimentais de um objeto relativo à Química, possibilitar relações com o contexto do aluno, especialmente para explorar o nível macroscópico. Ainda, é importante que a experimentação esteja articulada com outras estratégias didáticas em decorrência da complexidade de correlacionar os três níveis representacionais, sobretudo no ambiente laboratorial, visto que é necessário, por vezes, recorrer aos modelos ao nível submicroscópico e simbólico para a compreensão do fenômeno em investigação (KEINER; GRAULICH, 2019).

Nessa perspectiva, a integração dos recursos digitais como as simulações computacionais à prática docente é importante, visto que consiste em uma estratégia de ensino estruturada que possibilita a representação, isto é, a visualização de modelos e de fenômenos ao nível submicroscópico. Estes se constituem como representações concretas e simplificadas da realidade observável; logo, o uso de modelos tangíveis tende a contribuir para a visualização e a abstração das estruturas químicas sob as três dimensões. Ao concerne desta questão, fomenta-se a conexão entre as explicações inerentes à escala microscópica às manifestações referentes macroscópicas, articulada a um discurso coerente, no qual o estudante recorre a uma linguagem adequada para explicar as manifestações.

Deste modo, o uso de simulações computacionais, sob um viés pedagogicamente adequado, pode contribuir de forma significativa para o entendimento sobre a geometria molecular e a respeito da polaridade das ligações e das moléculas, bem como para a articulação entre os diferentes modos representacionais, que por vezes pode se configurar como um dos grandes desafios do processo de aprendizagem (WARTHA; RESENDE, 2017). Corroborando, Bizzo (2008, p. 17) afirma ser uma forma de:

[...] proporcionar a todos os estudantes a oportunidade de desenvolver capacidades que neles despertem a inquietação diante do desconhecido, buscando explicações lógicas e razoáveis, amparadas em elementos tangíveis, de maneira testável.

Contudo, cabe destacar que as representações necessariamente precisam ser exploradas e discutidas, visto que podem ser interpretadas de formas distintas pelos estudantes, uma vez

que podem ocasionar pontuais equívocos conceituais. Deste modo, mediante a análise e a discussão da simulação, espera-se que essa contribua para além do entendimento do campo macroscópico da ciência, enfatizando a aprendizagem na atribuição de significados para os níveis submicroscópico e simbólico, bem como na transição cognitiva entre os três níveis representacionais (LIMA, 2019; FERNANDES; LOCATELLI, 2021).

Não obstante, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevê a necessidade de contemplar ações voltadas para a aplicação de modelos que requerem um maior nível de abstração, no sentido de analisar e prever os efeitos das propriedades e das interações entre a matéria, como ocorre no objeto de conhecimento geometria e polaridade das ligações e das moléculas (BRASIL, 2018). Sendo assim, este objeto torna-se interessante na medida que necessita do estudante a compreensão dos níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico, ou seja, um elevado grau de abstração, para compreender as especificidades do objeto de estudo e as propriedades da matéria, a fim de intervir sob o meio em que se encontra

Neste desenho, esta pesquisa tem como finalidade investigar as possibilidades de uma abordagem didática voltada para o ensino de geometria molecular e polaridade das ligações e das moléculas ao tocante a compreensão submicroscópica da ciência. Afinal, como previsto nas habilidades e competências da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no Ensino, espera-se que o estudante compreenda os “modelos com maior nível de abstração e que buscam explicar, analisar e prever os efeitos das interações e relações entre matéria” (BRASIL, 2018, p. 549).

## Metodologia

Neste desenho, com a pretensão de investigar as possibilidades do desenvolvimento de uma proposição didática para o estudo de geometria molecular, polaridade das ligações e das moléculas no tocante aos três níveis representacionais, esta pesquisa foi desenvolvida com duas turmas do 1º ano do Ensino Médio, de uma escola localizada no município de Santa Cruz do Sul/Estado do Rio Grande do Sul (RS), sendo a amostra composta por 40 estudantes, cuja faixa etária está compreendida entre 14 e 16 anos.

Neste viés, este estudo que assume as premissas de uma pesquisa de abordagem qualitativa, foi estruturado a partir do desenvolvimento de três etapas, sendo elas: i) a problematização e a introdução do tema geometria e polaridade das ligações e das moléculas ; ii) o uso de simulações disponíveis plataforma PhET Colorado, em específico, as simulações nomeadas como Geometria Molecular<sup>1</sup> e “Polaridade das Moléculas<sup>2</sup>”; ambas abordam sobre os tópicos em estudo; e, iii) a situação-problema articulada à prática experimental.

Diante dessas informações, com a pretensão de construir possíveis evidências frente as premissas traçadas como objetivo deste estudo, utilizou-se como instrumentos de constituição de dados a observação, o diário de bordo e as atividades realizadas pelos estudantes, como, por exemplo, o relatório da atividade experimental, os quais foram analisados de forma qualitativa.

Nesta ótica, a pesquisa qualitativa se fundamenta na “compreensão do comportamento a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação”, articulando, inclusive, o contexto em que se

---

<sup>1</sup> Link de acesso: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/molecule-shapes](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/molecule-shapes)

<sup>2</sup> Link de acesso: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/molecule-polarity](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/molecule-polarity)

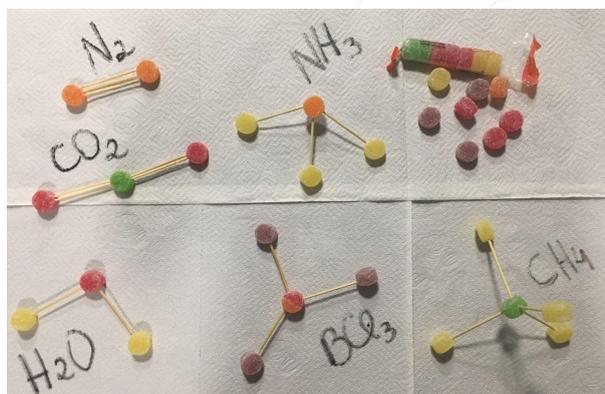
inserem (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 16). Logo, a adoção da perspectiva qualitativa para a pesquisa é em função de que os acontecimentos, aspectos relativos ao contexto e os conhecimentos cotidianos são contemplados no processo de análise, corroborando para uma análise holística do fenômeno sob investigação

## Resultados e discussão

Considerando a etapa prevista na proposição didática, isto é, problematização e a introdução do tema geometria e polaridade das ligações e das moléculas, para este momento, além de um instante expositivo a respeito dos objetos mencionados, fez-se combinados e orientações gerais, instigando os alunos a montarem tridimensionalmente as substâncias e preencherem uma planilha sobre elas, caracterizando as diferentes geometrias. Para esta atividade, foram utilizados materiais alternativos, como palitos, guardanapos e balas de goma, com o intuito de realizar a representação física da geometria de um conjunto de moléculas ao nível macroscópico.

O uso desta estratégia se justifica, enquanto se supõe que as dificuldades atreladas a compreensão do objeto de conhecimento estão relacionadas à sua condição submicroscópica e simbólica, na ação que requer um nível complexo de abstração do fenômeno e o uso de uma linguagem adequada na comunicação dele, dificultando o entendimento e a contextualização do mesmo (MAIA, 2019). Para tanto, além da representação macroscópica da geometria da molécula, foi solicitado alguns registros a respeito da mesma, tais como: exemplos, características e representações, a fim de estruturar e organizar informações a respeito do objeto de conhecimento, articulando à estratégia ao nível simbólico do conhecimento científico, como pode-se observar nos registros da aula na Figura 1.

**Figura 1:** Representação das moléculas com balas de goma



Fonte: dados da pesquisa, 2022

Simultaneamente, ao longo desta atividade, discutiu-se a respeito da determinação de geometria de uma substância, uma vez que o entendimento do seu arranjo espacial possibilita a determinação de suas propriedades químicas e físicas. Deste modo, a representação é importante, visto que possibilita ao estudante observar a tridimensionalidade da molécula, de modo a conduzi-lo a construção e a atribuição das primeiras relações entre o objeto em questão e a sua realidade (MAIA, 2019), como pode ser observado nos registros do diário de bordo e nos registros das atividades realizadas.

Para representar a geometria tetraédrica, utilizei o  $\text{CH}_4$ , que é chamado de

metano, que é muito comum nos aterros sanitários. Na representação, coloquei o átomo de carbono no meio e, em volta dele, os átomos de hidrogênio, cuidando os ângulos da geometria tetraédrica – Recorte da fala de sódio<sup>3</sup>

Na geometria angular usei como exemplo a água, que tem a fórmula  $H_2O$ , então primeiro desenhei o átomo de oxigênio, com seis elétrons na camada de valência e depois, dois átomos de hidrogênio ligados ao átomo de oxigênio. Primeiro, fiquei com dúvida se a geometria era linear ou angular, mas depois que desenhei, visualizei os pares de elétrons livres, daí sabia que era angular – Recorte da fala de prata.

O engraçado é que a ligação entre o carbono e o oxigênio é polar, mas quando a gente olha a molécula do gás carbônico, que é  $CO_2$ , ela é apolar, é como se elas se anulassem – Recorte da fala de bromo.

Em decorrência dos excertos acima, evidencia-se que o uso da estratégia para a representação das geometrias não apenas possibilitou aos alunos evidenciarem os ângulos e organizarem os tipos de ligações entre os átomos, mas também a identificarem a polaridade da ligação e, por consequência, da molécula. Esse processo é satisfatório porque instiga o aluno a pensar cientificamente sobre aquilo que está realizando, para além do proposto na atividade.

No segundo momento da abordagem didática, foi proposto o uso da simulação “Geometria molecular”. A partir desta simulação, foi possível instigar nos alunos o campo submicroscópico, no sentido de eles reconhecer que a geometria de uma molécula se deve a repulsão dos pares eletrônicos, bem como comparar os ângulos das ligações previstos pelo modelo de repulsão eletrônica entre os pares de elétrons da camada de valência (VSEPR) a partir de moléculas reais. Além disso, a simulação possibilitou a visualização da interferência dos pares eletrônicos no ângulo da ligação, assim como a geometria, considerando, inclusive, os pares de eletrônicos não compartilhados.

Outra simulação utilizada nesta etapa da constituição de conhecimentos submicroscópicos foi a polaridade, que, no que lhe concerne, permitiu aos alunos identificar ou prever a polaridade de determinadas substâncias, utilizando os valores de eletronegatividade dos átomos que compõem a molécula, ou a partir dos pólos, das cargas parciais ou das ligações. Na Figura 2 é possível observar a página inicial das duas simulações descritas, sendo a Figura 2A representando a simulação geometria molecular e 2B a simulação polaridade, ambas oriundas da plataforma PhET, elaborada pela Universidade do Colorado.

**Figura 2:** (A) Recorte da simulação sobre geometria molecular e (B) recorte da simulação sobre polaridade das ligações e das moléculas.



Fonte: Plataforma PhET

<sup>3</sup> Código de identificação do participante da pesquisa.

Este repositório da plataforma PhET engloba um conjunto de simulações interativas da área de Ciências da Natureza em um ambiente interessante, lúdico e intuitivo, dinamizando o processo de compreensão de um determinado objeto conhecimento. Além das simulações, a plataforma disponibiliza, em um ambiente investigativo, jogos a respeito do objeto em estudo, aspecto que contribui para o envolvimento dos estudantes.

Inicialmente, todos os estudantes acessaram a opção “Modelo”, prevista na simulação geometria molecular, com a pretensão de explorar o funcionamento da plataforma e, na sequência, foram conduzidos a acessar a opção “moléculas reais”. Este segmento da simulação dispõe de 13 moléculas, entre elas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{XeF}_2$  e outros, nas quais cabe ao estudante investigar os pares eletrônicos, os ângulos de ligação e a geometria. Após a exploração da simulação sobre geometria molecular, solicitou-se que os estudantes realizassem a representação de um conjunto de moléculas, como  $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $\text{NCl}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_3\text{F}$  e outras.

Para representar a molécula  $\text{H}_2\text{S}$ , usei como exemplo a molécula de  $\text{H}_2\text{O}$ , porque o oxigênio e o enxofre pertencem à mesma família, a família 16, que tem 6 elétrons na camada da valência, assim, ele só precisa fazer duas ligações. Com isso, sabia que era geometria angular. E depois fui pesquisar o que era essa substância e vi que ela se chama ácido sulfídrico e é o responsável pelo cheiro do ovo podre – Recorte da fala de selênio.

Na molécula  $\text{CH}_3\text{F}$ , só olhei a quantidade de átomos que tinha, que era 5, e já sabia que poderia ser tetraédrica.

Neste viés, considerando a proposição didática mencionada, a utilização deste recurso digital é pertinente na medida que, além de contribuir para a visualização da configuração espacial adotada, possibilita ao estudante testar suas hipóteses e averiguá-las, de forma rápida. Aliás, de acordo com Clark e Chamberlain (2014), a utilização das simulações como recursos pedagógicos em uma abordagem didática, dentre suas potencialidades, tende a contribuir para o desenvolvimento do pensamento científico e da compreensão do campo submicroscópico da Ciência. Nesse sentido, com base nos registros mencionados, é possível observar o emprego adequado de um conjunto de terminologias características do componente Química, o que corrobora com a ideia do desenvolvimento do nível simbólico do conhecimento científico.

O terceiro momento, previsto na abordagem didática sobre geometria e polaridade, foi estruturado a partir de uma adaptação da situação-problema proposta na pesquisa de Assunção, Barros e Campos (2021), articulado a uma prática experimental de averiguação do teor de etanol presente em amostras de gasolina. Deste modo, o problema apresentado na sequência tem como pauta o aumento expressivo do valor do combustível, a má qualidade do mesmo, bem como possíveis implicações ao bom funcionamento do veículo. Este momento foi importante para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, nomeado como primeira cultura na perspectiva de Freire (2004), os quais emergem fortemente nas narrativas sobre o assunto.

*[...] uma reportagem mostrou que encher o tanque do carro com gasolina comum no Brasil ficou R\$ 91 mais caro em um ano. Em 2021, o litro da gasolina comum valia R\$ 5,45, em média. Em janeiro de 2022, saltou para R\$ 6,64. Em junho, era possível encontrar a R\$ 8 em alguns estados [...]. Com o aumento significativo do preço do combustível, diversos consumidores foram surpreendidos com a má qualidade do combustível de diferentes postos de gasolina. A adulteração da gasolina é preocupante, pelo fato de acarretar diversos danos nos veículos automotivos, como elevado consumo de*

*combustível, falhas ao dar a partida, motor supostamente mais fraco e entre outros problemas. Em vista de tais questões é possível por meio da química identificar a qualidade da gasolina? (Adaptado de ASSUNÇÃO; BARROS; CAMPOS, 2021, p. 744).*

Neste desenho, após a leitura e discussão do enunciado do problema a respeito da adulteração da gasolina, os estudantes que estavam divididos em grupos de 4 a 5 estudantes, acessaram a plataforma online Mentimeter<sup>4</sup>, para realizar o envio das hipóteses, via smartphone. Mediante a leitura compartilhada das respostas, observou-se que as hipóteses levantadas indicavam, sobretudo, a análise do combustível, isto é, a necessidade de realizar o comparativo entre diferentes amostras de gasolina. Em outras palavras, a maioria dos grupos (1, 5, 6, 7 e 8) indicou a necessidade de investigar a composição do combustível, como pode ser observado no Quadro 1.

**Quadro 1** – hipóteses elencadas pelo grupo de estudantes.

Grupo	Hipóteses
1	Sim, testando reagentes e buscando examinar as características corretas de uma gasolina não adulterada.
2	Acredito que simulando o ambiente de um motor de combustão e testando os exemplares de gasolina e medindo a força de compressão deles.
3	Sim, achando o hidrocarboneto que tem uma melhor resistência à compressão.
4	Sim, pois o que faz a adulteração da gasolina são os componentes químicos. Eles podem estar em excesso ou escassos.
5	Testar os resultados e comparar com outros adulteradas.
6	Fazer testes de reagentes e verificar as características um dos outros e ver se assemelham ou se são distantes.
7	É possível determinar a qualidade da gasolina após saber se a sua resistência à compressão é maior ou menor (melhor ou pior).
8	Sim, pois através de testes é possível determinar se a gasolina executa o trabalho que ela deve executar em determinada área, ou máquina.
9	Sim, testando a densidade e o teor de álcool da gasolina.
10	Sim, é possível determinar a qualidade da gasolina sabendo se a resistência for maior ou menor.

Fonte: dados da pesquisa, 2022.

Não obstante, alguns grupos, em específico 2, 3, 4 e 10, fizeram menção à questão da compressão do combustível, no sentido de quanto maior a resistência do combustível à detonação, maior a taxa de octanagem. O grupo 9, embora tenha proposto a identificação de uma suposta adulteração por meio da densidade das substâncias e pelo teor alcoólico da gasolina, assim como os demais grupos, não fez menção ao estudo dos conceitos polaridade e solubilidade, mesmo tendo esta temática como pauta das últimas aulas.

Destarte, considerando as hipóteses elencadas pelos grupos de estudantes, foi proposto um conjunto de atividades experimentais, dentre as quais a investigação de cinco amostras de gasolina comum, visando investigar o percentual de etanol de cada uma das amostras analisadas. Isto porque, consoante a Portaria MAPA nº 75/2015, estabelecida pela Agência

<sup>4</sup> <https://www.menti.com/rq21wv2ixd>

Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, o percentual de etanol anidro na gasolina C é de 27% em volume. Deste modo, amostras com o percentual acima do supracitado são consideradas adulteradas.

Neste viés, foi disponibilizado um roteiro experimental com orientações iniciais de como proceder em relação ao desenvolvimento da prática experimental. Além do roteiro mencionado, primeiramente houve uma breve explanação frente ao procedimento adotado, no sentido de recomendar a medição de 50 mL de água e sua adição em uma proveta de 100 mL, e na sequência, completar o volume da proveta com a amostra de gasolina selecionada pelo grupo. Após, foi indicado realizar a agitação do sistema até obter a mistura dos componentes e, por fim, deixar o sistema em repouso por aproximadamente 10 minutos. Os dados estão expressos na Tabela 1.

**Tabela 1:** Teor de etanol anidro encontrado nas amostras de gasolina.

Amostra	Teor de etanol anidro (%)
1	22%
2	27%
3	27%
4	28%
5	30%

Fonte: dados da pesquisa, 2022.

Os dados da Tabela 1 apresentam percentuais muito próximos aos indicados pela Agência Nacional do Petróleo. Das cinco amostras analisadas, duas amostras apresentaram o valor indicado, isto é, as amostras 2 e 3 apresentaram um percentual equivalente a 27%, enquanto a amostra 4 apresentou um valor muito próximo (28%). Já as amostras 1 e 5, apresentaram, respectivamente, percentuais de 22% e 30%. Nessa perspectiva, é importante salientar que há possibilidade de erros em relação aos valores medidos e mensurados, na análise dos valores dispostos nas vidrarias utilizadas e, dentre outros, problemas inerentes período e ao armazenamento das amostras. Estes fatos tendem a implicar diretamente nos valores calculados, não sendo possível, portanto, afirmar com precisão a possibilidade de adulteração da amostra 5.

O método em questão, utilizado para a determinação do teor de etanol anidro, é baseado na diferença de solubilidade dos componentes da mistura. Em outras palavras, o método se sustenta na solubilidade do álcool na gasolina, e na solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl). Isto porque a gasolina se constitui como uma mistura de hidrocarbonetos, que apresentam forças intermoleculares do tipo dipolo induzido – dipolo induzido, e que, portanto, são essencialmente apolares. Em contrapartida, a solução aquosa de cloreto de sódio, além da interação do tipo ligações de hidrogênio presente na molécula de água, há a dissociação do composto iônico, assumindo a configuração intermolecular conhecida como íon-dipolo, se constituindo, assim, como fortemente polar.

O etanol, por sua vez, é solúvel tanto em água ou na solução aquosa de cloreto de sódio, quanto na gasolina, em decorrência da natureza da molécula. Isto é, na estrutura química do etanol, é possível observar tanto a formação de ligações do tipo dipolo induzido – dipolo induzido, como ligações de hidrogênio. Tal característica, polar e apolar, atribui a molécula afinidade tanto com a água e a solução aquosa de cloreto de sódio, quanto com a gasolina,

sendo miscível nas duas substâncias mencionadas. Ainda, considerando o experimento realizado, observou-se uma maior afinidade do etanol com a água e com a solução aquosa, quando comparada com a mistura de hidrocarbonetos.

Além dos objetivos de aprendizagem inerentes a geometria molecular e polaridade, ao decorrer da realização do experimento, algumas indagações foram realizadas, no sentido de averiguar as observações frente ao experimento realizado, tais como “Será que este sistema composto supostamente por água e gasolina se constitui como uma mistura homogênea ou heterogênea? Qual dos componentes é o mais denso? Qual a justificativa da miscibilidade dos componentes da mistura? Qual a polaridade dos componentes envolvidos na mistura?”.

Após a realização da atividade experimental e das discussões pontuais realizadas nos pequenos grupos, os estudantes retornaram ao grande grupo, com a pretensão de compartilhar suas hipóteses frente às possíveis soluções à situação-problema compartilhada no início desta etapa, sendo estabelecido o tempo aproximado de 5 minutos para as apresentações. Algumas das colocações dos estudantes nesta atividade podem ser observados nos excertos a seguir:

Sim, podemos identificar se uma amostra de gasolina foi ou não adulterada, utilizando os conhecimentos de geometria e polaridade, pois o etanol, que é um composto orgânico, tem na sua estrutura átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio, sendo importante olhar para como estes átomos estão organizados, porque uma parte da molécula é polar e outra apolar - Recorte da apresentação do grupo 9.

Também concordamos com os outros grupos, pois conseguimos identificar se a amostra é adulterada ou não pelos testes que realizamos, mas que é importante realizá-los várias vezes para garantir que a gente não tenha errado nas medições - Recorte da apresentação do grupo 9.

[...] em relação às forças intermoleculares, olhando a estrutura da molécula conseguimos perceber que podem ser classificadas como do tipo dipolo induzido-dipolo induzido e do tipo ligação de hidrogênio. Por isso, o álcool tem afinidade com a gasolina e com a solução de cloreto de sódio, mas ela ainda prefere a solução de cloreto de sódio. - Recorte da apresentação do grupo 5.

Nesse sentido, mediante a atividade experimental de caráter investigativo, buscou-se a discussão submicroscópicas sobre geometria e polaridade com base em evidências macroscópicas e representacionais. Assim, como pontuam os pesquisadores Assunção, Barros e Campos (2021), a abordagem experimental foi realizada com a premissa de obter informações que subsidiaram as análises, a reflexão, o debate, as ponderações e as explicações a respeito do objeto de estudo, de modo que o estudante, além compreender conceitos e a simbologia empregada, conseguisse atribuir sentidos e significados aos mesmos com base em suas experiências diárias (FERNANDES; LOCATELLI, 2021).

Neste contexto, o desenvolvimento da proposição didática, descrita ao longo do texto, proporcionou o aprofundamento dos conhecimentos sob um viés teórico, representacional e fenomenológico dos conhecimentos científicos, bem como instigou a curiosidade e o interesse a respeito da temática, tendo o engajamento dos estudantes ao decorrer dos processos de ensino e aprendizagem.

## Considerações finais

Mediante o desenvolvimento da proposta didática sobre o objeto de conhecimento geometria e polaridade das ligações e das moléculas, sobretudo, pela articulação entre as simulações oriundas da plataforma PhET e as aulas experimentais, pode-se contribuir para a compreensão dos conhecimentos científicos que perpassam pelo objeto supracitado. Especialmente porque, no ensino de Química, é necessário considerar as diferentes formas de representação, seja do nível submicroscópico ou macroscópico, de um determinado fenômeno, visto que, por vezes, pode ser considerada uma Ciência abstrata.

Cabe, também, mencionar a importância do papel do professor na mediação deste processo, no sentido de orientar a construção dos primeiros significados atribuídos às representações, bem como na proposição de debates acerca das implicações de uma determinada configuração, isto é, de um dado arranjo molecular, nas propriedades físicas e químicas da molécula. Esta ação é importante na medida que pode se configurar como uma estratégia para minimizar os erros conceituais a respeito de geometria e polaridade.

Não obstante, observou-se ao decorrer da atividade a participação ativa dos estudantes ao longo do processo de aprendizagem, visto que a adoção da proposição didática descrita, contribui para a dinamicidade das aulas sobre o objeto de estudo em questão, promovendo deste modo, a transição entre os níveis representacional, macroscópico e submicroscópico da ciência pelos estudantes envolvidos, por meio da participação ativa e do engajamento ao decorrer do processo educativo.

## **Agradecimentos e apoios**

Esta pesquisa foi realizada com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - 53227221.3.0000.5349. Agradeço à instituição pela bolsa concedida e pelo apoio financeiro, os quais foram essenciais para o desenvolvimento desta.

## **Referências**

ASSUNÇÃO, Edilane Alice de Alcântara; BARROS, Ivoneide de Carvalho Lopes; CAMPOS, Angela Fernandes. Resolução de problemas articulada a experimentação para abordagem de conteúdos químicos relacionados à temática qualidade da gasolina para estudantes do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 740-756, 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf)  
Acesso: 14.11.2022

BIZZO, Nelio. **Ciências: fácil ou difícil?** 2. ed. São Paulo: Ática, 2008.

CLARK, Ted M.; CHAMBERLAIN, Julia M. Use of a PhET interactive simulation in general chemistry laboratory: Models of the hydrogen atom. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 8, p. 1198–1202, 2014.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

FERNANDES, Bruno Gumieri; LOCATELLI, Solange Wagner. Acesso e Transição nos Níveis Representacionais durante a Construção de Modelos Explicativos acerca de Interações

Intermoleculares. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. e20017-29, 2021.

KEINER, Liz; GRAULICH, Nicole. Transitions between representational levels: characterization of organic chemistry students' mechanistic features when reasoning about laboratory work-up procedures. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 21, n. 1, p. 469-482, 2020.

KURZ, Débora Luana; BEDIN, Everton. As possibilidades de um e-book de experimentos para a promoção da alfabetização científica na área de ciências da natureza nos anos iniciais do ensino fundamental. *Redin-Revista Educacional Interdisciplinar*, v. 8, n. 1, 2019.

KURZ, Débora Luana; da SILVA, Rene Miguel; BEDIN, Everton; GROENWALD, Claudia Lisete Oliveira. Concepções docentes em relação à promoção do ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais do Ensino Fundamental. *Revista Insignare Scientia-RIS*, v. 4, n. 3, p. 22-40, 2021.

LIMA, Renato Alves de. **Estratégias didáticas com a utilização de simulações PHET em conjunto com atividades experimentais para ensinar química na educação básica**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

MAIA, Nilton Cláudio. **Origami arquitetônico como recurso pedagógico para a compreensão da geometria espacial de moléculas**. 2019. Dissertação de Mestrado. Brasil.

MELO, Mayara Soares; SILVA, Roberto Ribeiro. Os três níveis do conhecimento químico: dificuldades dos alunos na transição entre o macro, o submicro e o representacional. *Revista Exitus*, v. 9, n. 5, p. 301-330, 2019.

MEZACASA, Bruna Klauck; KURZ, Débora Luana; BEDIN, Everton. O Uso da sequência didática no ensino de Química: um caso específico no estágio supervisionado. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 6, n. 2, p. 270-290, 2020.

NEVES, Natália Nascimento; DOS SANTOS, Adriana Ramos. O uso das tecnologias digitais da informação e comunicação para a experimentação no ensino de química: uma proposta usando sequências didáticas. *Scientia Naturalis*, v. 3, n. 1, 2021.

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, v.12, n.1, p. 139-153, 2010.

Universidade do Colorado. **PhET Interactive Simulations**. 2018. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/molecule-shapes](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/molecule-shapes). Acesso: 14.11.2022

WARTHA, Edson José; REZENDE, Daisy de Brito. As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana. *Educação Química em Punto de Vista*, v. 1, n. 1, 2017.