



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETÁRIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO
CAMPUS IPORÁ**

DAVI RIBEIRO SAMPAIO

**INTERAÇÕES INTERMOLECULARES: UMA PROPOSTA DE
ENSINO ALIADA A METODOLOGIAS ATIVAS E
TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS**

**IPORÁ - GO
2023**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

S192i Sampaio, Davi Ribeiro
INTERAÇÕES INTERMOLECULARES: UMA PROPOSTA DE
ENSINO ALIADA A METODOLOGIAS ATIVAS E TECNOLOGIAS
EDUCACIONAIS / Davi Ribeiro Sampaio; orientadora Ana
Karoline Silva Mendanha Valdo. -- Iporá, 2023.
54 p.

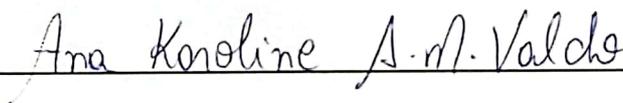
TCC (Graduação em Licenciatura em Química) --
Instituto Federal Goiano, Campus Iporá, 2023.

1. Interações intermoleculares. 2. Ensino crítico.
3. Metodologias ativas. 4. Tecnologias educacionais.
I. Karoline Silva Mendanha Valdo, Ana , orient. II.
Título.

DAVI RIBEIRO SAMPAIO

**INTERAÇÕES INTERMOLECULARES: UMA PROPOSTA DE ENSINO ALIADA A
METODOLOGIAS ATIVAS E TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS**

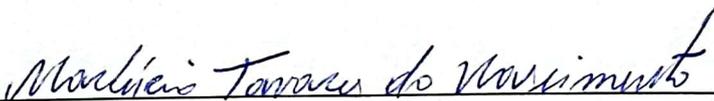
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e defendido no curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano Campus Iporá, para obtenção do título de Licenciado em Química, aprovado em 08 de dezembro de 2023, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes professores:



Prof.^a Dr.^a Ana Karoline Silva Mendanha Valdo
(Orientadora - Presidente da banca examinadora - IF Goiano – Campus Iporá)



Prof. Dr. Lucas Hoffmann Gregghi Kalinke
(Membro da banca examinadora - IFG – Campus Anápolis)



Prof. Me. Marlúcio Tavares do Nascimento
(Membro da banca examinadora - IF Goiano – Campus Iporá)

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETÁRIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS IPORÁ

DAVI RIBEIRO SAMPAIO

INTERAÇÕES INTERMOLECULARES: UMA
PROPOSTA DE ENSINO ALIADA A METODOLOGIAS
ATIVAS E TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS

**Trabalho de Conclusão de Curso sub-
metido ao Instituto Federal Goiano -
Campus Iporá, como requisito necessá-
rio para obtenção do grau de Licenci-
ado em Química**

Orientadora: Profa. Dra. Ana Karoline Silva
Mendanha Valdo

Iporá - GO
2023

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local / /
Data

Flávia Ribeiro Sampaio

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Ana Karoline A. M. Valde
Assinatura do(a) orientador(a)

RESUMO

O estudo aborda a importância das interações intermoleculares no entendimento das propriedades da matéria, destacando a relevância do ensino desse tema na Química. No entanto, a complexidade da visualização molecular apresenta desafios significativos, exigindo abordagens pedagógicas aprimoradas. A pesquisa consiste na integração de metodologias ativas e tecnologias educacionais para superar as barreiras à compreensão e visualização dessas interações pelos alunos. O objetivo central é avaliar o processo de aprendizagem das interações intermoleculares por meio de métodos como aula expositiva dialogada e rotação por estações, combinados com o uso de tecnologias educacionais. A análise incluiu questionários iniciais e finais, perguntas abertas durante a rotação por estações e diários de campo. Os resultados indicam que, durante as aulas teóricas, os alunos enfrentaram desafios na compreensão de conceitos específicos, como a formação de polos em moléculas apolares e a distinção entre diferentes tipos de interações. No entanto, a interação direta com o conteúdo e a busca ativa de esclarecimentos sugeriram a confiança dos alunos perante as metodologias. Após a implementação da metodologia de rotação por estações, houve uma melhoria perceptível na capacidade dos alunos de visualizar moléculas em diferentes dimensões e avaliar as interações entre elas. Esses resultados sugerem que essas abordagens, combinadas a metodologias ativas e tecnologias educacionais, podem contribuir significativamente para a compreensão e aplicação prática do conteúdo de interações intermoleculares, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada e envolvente.

Palavras-chave: Interações intermoleculares. Ensino crítico. Metodologias ativas. Tecnologias educacionais.

ABSTRACT

The study addresses the importance of intermolecular interactions in understanding the properties of matter, emphasizing the significance of teaching this topic in the field of Chemistry. However, the complexity of molecular visualization poses significant challenges, necessitating enhanced pedagogical approaches. The research proposes the integration of active methodologies and educational technologies to overcome barriers to understanding and visualizing these interactions by students. The central objective is to evaluate the learning process of intermolecular interactions through methods such as dialogical expository teaching and station rotation, combined with the use of educational technologies. The analysis included initial and final questionnaires, open-ended questions during station rotation, and field diaries. Results indicate that, during theoretical classes, students faced challenges in understanding specific concepts, such as the formation of poles in apolar molecules and the distinction between different types of interactions. However, direct interaction with the content and active seeking of clarification demonstrated students' confidence in the teaching process. After the implementation of the station rotation methodology, there was a noticeable improvement in students' ability to visualize molecules in different dimensions and assess interactions between them. These findings suggest that innovative approaches, combining active methodologies and educational technologies, can significantly contribute to the understanding and practical application of intermolecular interactions, promoting a more contextualized and engaging learning experience.

Keywords: Intermolecular interactions. Critical teaching. Active methodologies. Educational technologies.

1 INTRODUÇÃO

As interações intermoleculares desempenham um papel fundamental na compreensão das propriedades da matéria e, portanto, têm grande relevância no âmbito do ensino de Química. No entanto, contextualizar e abordar essas interações de forma satisfatória é desafiadora e requer uma visão mais aprofundada. Embora existam inúmeras situações cotidianas que podem ser compreendidas à luz desse tema, a visualização molecular dos fenômenos representa um desafio abstrato significativo. É nesse contexto que o cenário educacional tradicionalista apresenta obstáculos que dificultam a aprendizagem geral em Química (Gilbert, 2002; Shmidt; Kaufmann; Treagust; 2009).

Segundo Santos e Almeida (2020), utilizar o cotidiano e a realidade dos estudantes é fundamental para que as interações intermoleculares sejam discutidas. Trabalhar com as interações intermoleculares é essencial, pois conhecer e compreender sobre química enquanto ciência, que estuda as transformações da matéria, necessita da compreensão da formação da matéria, sua constituição, suas interações e propriedades. Como diz Paulo Freire (1993) em suas análises sobre a educação, “O educador precisa estar à altura do seu tempo”, ou seja, não basta que o docente saiba ministrar determinados conteúdos. Mas sim, atrelar esses conteúdos à realidade dos estudantes, a um ensino crítico e construtivo, empregando, sempre que possível, tecnologias do seu tempo dentro de sala de aula.

Para superar as dificuldades de abstração, aprendizagem e diferenciação entre interações intermoleculares e ligações químicas, bem como os obstáculos de visualização dessas interações pelos estudantes, torna-se necessário adotar abordagens que integrem metodologias ativas e tecnologias educacionais. Essas abordagens têm o potencial de contextualizar o ensino de Química, consolidando o conhecimento por meio de recursos diferentes do convencional. Dessa forma, busca-se suprir as lacunas existentes no entendimento das interações intermoleculares, rompendo com o ensino fragmentado, descontextualizado e carente de análise crítica sobre a natureza dessas interações (Fernandez; Marcondes, 2006; Rocha, 2001).

Por meio da utilização de metodologias ativas e tecnologias educacionais, espera-se promover uma aprendizagem significativa sobre as interações intermoleculares, possibilitando aos estudantes a compreensão teórica desses fenômenos e a capacidade de distinguir as interações intermoleculares e ligações químicas. Além disso, busca-se superar as barreiras do ensino tradicionalista, que muitas vezes carece de conexões com o cotidiano e não estimula o pensamento crítico (Barbosa; Moura, 2013; Zaluski; Oliveira, 2018).

Esta pesquisa é caracterizada como qualitativa e participativa, destacando-se pela implementação de métodos de aprendizagem ativa para alcançar uma compreensão

significativa. Adotamos como instrumentos de coleta de dados o diário de campo e questionários, que incluíam perguntas tanto abertas quanto fechadas. As análises dos dados foram direcionadas principalmente para aspectos qualitativos, embora tenhamos buscado avaliações quantitativas. O foco desta pesquisa recaiu sobre os estudantes de Química Inorgânica, pertencentes à turma do 1º ano do curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do IF Goiano - Campus Iporá. Por serem uma das poucas turmas da instituição que estaria disponível para desenvolvimento das atividades, que foram realizadas durante as aulas dessa disciplina.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

O objetivo desta pesquisa será avaliar o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de interações intermoleculares com uso de metodologias ativas e tecnologias educacionais, com base em um ensino crítico e contextualizado.

2.2 Específicos

- Promover o ensino contextualizado sobre as interações intermoleculares;
- Aproveitar como possibilidade de ludicidade tecnologias educacionais e metodologias ativas;
- Empregar a metodologia ativa: aula expositiva dialogada e rotação por estações, buscando promover diferentes interações dos estudantes com os conteúdos da pesquisa;
- Utilizar tecnologias educacionais, como computadores e softwares educacionais, para facilitar a visualização das interações intermoleculares;
- Realizar uma análise comparativa, entre os conhecimentos que os estudantes possuíam antes e depois da realização do projeto;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados aspectos essenciais para o desenvolvimento deste estudo. Ao tratar do ensino de Química, especialmente no que diz respeito às interações intermoleculares, é imperativo considerar as dificuldades e desafios inerentes a esse tema. Dessa forma, nos subitens subsequentes, serão contemplados elementos cruciais para a consolidação de um ensino de Química construído de maneira crítica, afastando-se de metodologias puramente tradicionalistas. Serão enfatizadas abordagens pedagógicas ativas e a incorporação de tecnologias educacionais, levando em consideração os conteúdos de Química destinados aos primeiros anos do ensino médio, conforme estipulado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). No entanto, o enfoque principal será direcionado às interações intermoleculares, explorando suas definições, conceitos e as dificuldades associadas ao processo de aprendizagem desse conteúdo.

3.1 Ensino tradicional x crítico

O ensino tradicionalista ainda é recorrente nas salas de aula, o que leva os estudantes a apresentarem algumas dificuldades no aprendizado de certos conteúdos. Isso reflete na educação, comumente, sendo substancialmente teorizada, desligada de um ensino prático e contextualizado (Cunha, 2020; Medeiros et al., 2021; Prince, 2004).

O papel do educador crítico deve transcender os comodismos e o cotidiano comum do ensino; ele deve expor e apontar soluções reais para as problemáticas que a aprendizagem pode gerar. Ao adotar um ensino que envolva a criticidade, deve-se primar sempre pela fundamentação teórica e metodológica, aliada à pesquisa e a referências científicas. Propondo razões e soluções em conjunto com os meios de traduzi-las concretamente, o educador deve fazer frente às dificuldades e desafios do ensino, valorizando a consciência das reais possibilidades dentro do contexto em que se encontra para empregar essas metodologias (Tavares, 2021).

Um dos conteúdos da BNCC que se destaca ao apresentar muitos estudantes com dificuldade é a Química. Normalmente os estudantes perdem seu interesse nessa área de conhecimento científico, visto que muitos professores tornam o conteúdo uma mera memorização de fórmulas e leis. Ou até mesmo, essas adversidades podem ser consequência de suas próprias dúvidas, dificuldades e carências de conhecimentos prévios, fazendo com que não seja alcançando um nível de aprendizado substancial (Medeiros et al., 2021).

Neste sentido, muitos dos estudantes, principalmente do ensino médio, associam a disciplina de Química a um conteúdo cansativo, complicado e de difícil compreensão.

Dado isso, faz-se fundamental que os professores optem por empregar em suas salas de aula metodologias de ensino diversificadas. Das quais, propiciam a capacidade de despertar o interesse e curiosidade dos estudantes em relação à Química, para que estes possam compreender e relacionar os conhecimentos científicos com o seu cotidiano (Santos; Guimarães, 2008).

3.2 Metodologias ativas educacionais

Para diversos pesquisadores e estudiosos voltados para áreas educacionais, a aprendizagem ativa está intrinsecamente ligada a metodologias ativas. As metodologias ativas são uma consequência e extensão de aprendizagem ativas por se basearem em métodos didático-pedagógicos com o estudante sendo o protagonista do seu aprendizado. Não apenas enriquece o processo educacional, mas também redefine o papel do estudante como agente ativo na construção do seu conhecimento, proporcionando uma abordagem mais holística e envolvente no ambiente de aprendizado. Neste sentido, existem diversas possibilidades de atividades, que possibilitam o rompimento com um ensino somente tradicionalista e conteudista (Blikstein, 2010; Prince, 2004). Segundo Meyers e Jones (1993), aprendizagem ativa está ligada de maneira intrínseca a aprendizagem significativa, uma vez que, metodologias ativas são pontos iniciais para avanços dos processos de reflexão, de integração cognitiva, generalização, reelaboração e novas práticas, no que se diz respeito ao cenário educacional.

As metodologias ativas devem ter fundamentação em uma concepção educacional que busque colocar os estudantes como protagonistas elementares de sua própria aprendizagem. Por meio delas, os estudantes alcançam e recebem estímulos, como incentivos gerados pelo docente que ministra a aula. Em outras palavras, nessa metodologia, são utilizadas indagações que estimulam a crítica e a reflexão sobre os objetos de estudo. Como resultado, os estudantes são o ponto central desse processo educacional, pois, por meio da aplicação de metodologias ativas, é possível trabalhar o aprendizado de maneira participativa e significativa. A colaboração dos estudantes como sujeitos ativos impulsiona a fluidez das possibilidades educativas em sala de aula (Araujo; Espinosa, 2021; Oliveira; Beier, 2017).

As metodologias ativas são diversas, as quais podem ser utilizadas em diferentes contextos, variando de acordo com os objetos de estudos e outros fatores. Desta maneira, são exemplos de metodologias ativas: aprendizado em pares, sala de aula invertida, aulas expositivas-dialogadas, rotação por estações e gamificação (Barbosa; Moura, 2013; Zaluski; Oliveira, 2018). Porém, para o âmbito deste trabalho, será delimitado a utilização das metodologias aulas expositivas-dialogadas e rotação por estações. A escolha dessas metodologias será explicada em outra seção.

Apesar de comum e amplamente utilizada, a aula expositiva e dialogada é considerada uma metodologia de ensino ativa, a qual é de extrema importância para estimular a participação dos estudantes. Pois segundo Hartmann, Maronn e Santos (2019), aulas expositivas dialogadas podem ser caracterizadas como a exposição de conteúdos, atrelada diretamente à participação de forma ativa dos estudantes, realizando perguntas e questionamentos direcionados a esses. Além disso, nessa metodologia são levados em consideração os conhecimentos, previamente estabelecidos dos estudantes, sendo o profissional docente um agente mediador, responsável pela promoção da interpretação, indagação e participação, que os estudantes desenvolveram durante a discussão dos objetos de estudos.

A rotação por estações de aprendizagem compõe-se pela criação de circuitos em sala de aula, com o rodízio entre as estações, onde cada estação é composta por uma quantidade definida de estudantes divididos em pequenos grupos. Nessas estações, são trabalhadas diferentes atividades e subtemas, todavia, sempre voltados ao conteúdo central. Essa abordagem pode possuir maior relevância para a aprendizagem de maneira significativa quando essa metodologia é consolidada com tecnologias educacionais, como softwares e jogos educacionais (Quintilhano; Tondato; Barreto, 2021; Sasaki, 2016; Valente, 2014).

3.3 Tecnologias educacionais

O ensino foi e continua sendo desafiador, especialmente quando consideramos o Ensino de Química. Os estudantes frequentemente enfrentam grandes dificuldades em assimilar os conteúdos ministrados de maneira convencional durante a disciplina. Isso ocorre devido à natureza da educação, que muitas vezes é predominantemente teórica, desvinculada de um ensino prático e contextualizado em relação ao meio em que os estudantes estão imersos. Neste cenário, uma alternativa para promover uma educação ativa e contextualizada seria utilizar as tecnologias disponíveis nos ambientes em que os estudantes estão inseridos (Medeiros et al., 2021).

As tecnologias educacionais podem ser definidas de forma simples como a utilização de recursos tecnológicos com finalidades pedagógicas, visando promover o ensino de maneira inovadora, contextualizada e lúdica. Essa definição não se limita apenas a computadores, celulares, softwares, jogos eletrônicos e outros dispositivos. No cenário tecnológico educacional nacional, já existem diversas ferramentas educacionais disponíveis para os docentes, possibilitando a consolidação dessas tecnologias na educação em conjunto com metodologias ativas, o que promove uma aprendizagem significativa e participativa (Peixoto, 2012).

Desta maneira, durante o planejamento de um encontro que busque alcançar a aprendizagem de maneira significativa, o profissional docente pode almejar a utilização de recursos tecnológicos, buscando romper com o ensino tradicionalista. Gerando a promoção

de interações didático-pedagógicas entre os estudantes e os objetos de estudo. Tendo em vista que as tecnologias educacionais se fazem presentes no cotidiano dos estudantes, viabilizando a construção de um ensino crítico e contextualizado (Nascimento; Castro; Gomes, 2017).

Os recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem representam uma alternativa para superar abordagens tradicionais, muitas vezes limitadas à exposição oral de conteúdos ou à utilização de livros didáticos durante as aulas. As tecnologias têm a capacidade de estimular o envolvimento dos alunos durante as aulas, aumentando sua participação. Além disso, facilitam a construção da aprendizagem por meio de materiais interativos que favorecem a abstração em relação aos conteúdos estudados (Cardoso, 2016). Funcionando como um conjunto diversificado de possibilidades, ações e estratégias, essas ferramentas auxiliam na apresentação de conhecimentos e conteúdos, tornando-se instrumentos para a interpretação dos mesmos e oferecendo uma valiosa forma de contextualização em relação à realidade (Pacheco; Rocha; Lahm, 2019).

3.4 Química e conteúdos do primeiro ano - BNCC

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017) é um documento de caráter normativo, que define os direitos de aprendizagem de todos os estudantes do Brasil, tendo seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento em concordância com o Plano Nacional de Educação (PNE) (Brasil, 2014). Instruindo especificações para a educação escolar com base no que define a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996) (Brasil, 1996).

A BNCC do Ensino Médio possui uma organização voltada para o desenvolvimento de competências gerais, que dizem respeito às aprendizagens essenciais, a serem desenvolvidas durante as etapas do ensino médio. Na competência específica de Ciências da Natureza e suas Tecnologias ficam definidos alguns pontos sobre o que os estudantes precisam aprender e as habilidades que precisam desenvolver. Segundo o documento:

Nesta competência específica, os fenômenos naturais e os processos tecnológicos são analisados sob a perspectiva das relações entre matéria e energia, possibilitando, por exemplo, a avaliação de potencialidades e de limites e riscos do uso de diferentes materiais e/ou tecnologias para tomar decisões responsáveis e consistentes diante dos diversos desafios contemporâneos. Dessa maneira, podem mobilizar estudos referentes a: estrutura da matéria; transformações químicas; leis ponderais; cálculo estequiométrico; princípios da conservação da energia e da quantidade de movimento; ciclo da água; leis da termodinâmica; cinética e equilíbrio químicos; fusão e fissão nucleares; espectro eletromagnético; efeitos biológicos das radiações ionizantes; mutação; poluição; ciclos biogeoquímicos; desmatamento; camada de ozônio e efeito estufa; entre outros (BNCC; Brasil, 2017, p. 114).

Algumas das temáticas delineadas pelos documentos normativos geralmente são

de difícil compreensão para os estudantes do ensino médio, especialmente quando se trata da abstração desses conhecimentos. Entretanto, conforme preconizado pela BNCC, é imperativo que os docentes busquem estratégias de ensino diretamente vinculadas ao cenário tecnológico. Isso se justifica, pois as tecnologias educacionais oferecem instrumentos que podem auxiliar tanto na aprendizagem dos estudantes quanto no trabalho dos professores (Brasil, 2017).

São diversas as problemáticas geradas pela falta de explicitação acerca dos conteúdos e conceitos estabelecidos pela BNCC (Brasil, 2017). Um exemplo é a ausência do tópico de interações intermoleculares. Esse conteúdo é crucial para construir as noções dos estudantes sobre as propriedades físicas dos materiais e como moléculas e substâncias interagem em determinadas condições, tais como temperatura de ebulição e fusão, densidade, viscosidade, solubilidade, e funções das interações (Miranda, 2018). Sendo, portanto, uma base inclusive para habilidades mencionadas na BNCC, como estrutura da matéria, transformações químicas, ciclo da água e ciclos biogeoquímicos.

Dessa maneira, uma das principais críticas em relação à BNCC, levantadas e estudadas por diversos autores, destaca que esse documento normativo nada mais é do que uma referência orientadora para a construção de currículos em todas as instituições de ensino do âmbito nacional. Conseqüentemente, esse documento normativo preocupa-se majoritariamente em guiar a construção de competências e habilidades para o ensino, mas não estipula diretrizes para quais conteúdos devem ser ensinados, limitando-se apenas a um documento de caráter referencial. Assim, o seu objetivo é orientar, mas sem delimitar e explicar os conteúdos e aspectos que são considerados direitos de aprendizagem (Siqueira; Santos, 2021).

3.5 Interações intermoleculares

3.5.1 Definições

As interações intermoleculares são forças atrativas que ocorrem entre moléculas adjacentes e desempenham um papel fundamental na compreensão das propriedades dos compostos químicos. Existem diferentes tipos de interações intermoleculares, incluindo ligações de hidrogênio, forças dipolo-dipolo e forças de dispersão de London. A Íon-Dipolo também é abordada, mas como um caso à parte, pois não é propriamente uma interação intermolecular. Essas interações influenciam características físicas como ponto de ebulição, ponto de fusão, solubilidade e viscosidade dos compostos, sendo essenciais para a interpretação e previsão de suas propriedades físicas (Rocha, 2001; Atkins, 2017).

Uma interação intermolecular pode ser definida como a interação entre moléculas, na qual elas se atraem ou se repelem, sem que ocorra quebra ou formação de ligações

químicas. Essas interações são conhecidas como interações intermoleculares ou interações não covalentes e geralmente possuem energias de interação menores do que as ligações químicas. Elas são classificadas de acordo com o tipo de interação e seus diferentes níveis de energia, como ligação de hidrogênio, dipolo-dipolo, dipolo-dipolo induzido e dipolo induzido-dipolo induzido. Além disso, destaca-se outro tipo de interação envolvendo compostos iônicos, chamada íon-dipolo (Rocha, 2001).

Um tipo importante de interação intermolecular é a ligação de hidrogênio clássica, que ocorre quando um átomo de hidrogênio polarizado por estar ligado a um átomo altamente eletronegativo, como oxigênio, nitrogênio ou flúor (ONF), atrai outro átomo de ONF próximo. Essa interação é particularmente forte e desempenha um papel significativo em várias propriedades químicas. Por exemplo, é a ligação de hidrogênio que permite que a água apresente uma temperatura de ebulição relativamente alta e seja líquida em temperaturas comuns na Terra. Além disso, as ligações de hidrogênio são responsáveis pela formação de estruturas secundárias, como hélices e folhas, nas proteínas (Atkins, 2017; Chang, 2010).

Outro tipo de interação intermolecular são as forças dipolo-dipolo, que ocorrem entre moléculas polares. Essas forças surgem devido à atração eletrostática entre o polo positivo de uma molécula polar e o polo negativo de outra molécula polar adjacente. Um exemplo comum é a interação entre moléculas de ácido clorídrico (HCl), em que o hidrogênio parcialmente positivo se atrai com o cloro parcialmente negativo. Essas interações contribuem para a estabilidade de muitos compostos e influenciam suas propriedades físicas e químicas (Atkins, 2017; Engel, 2013).

As forças de dispersão de London, são interações temporárias e fracas que ocorrem em moléculas apolares. Essas interações resultam de flutuações temporárias na distribuição eletrônica das moléculas, o que cria dipolos instantâneos. Embora individualmente sejam relativamente fracas, quando somadas ao longo de muitas moléculas, essas forças de dispersão podem se tornar significativas. Elas são particularmente importantes na compreensão das propriedades de hidrocarbonetos, como o aumento do ponto de ebulição à medida que a cadeia carbônica aumenta (Atkins, 2017).

As forças íon-dipolo são outro tipo de interação, mas não podem ser consideradas interações intermoleculares. As forças eletrostáticas ocorrem em compostos iônicos, nos quais íons carregados opostamente se atraem e se mantêm unidos. Por exemplo, no caso do cloreto de sódio (NaCl), a atração entre o cátion sódio (Na^+) e o ânion cloreto (Cl^-) é responsável pela estabilidade do composto. Essas forças iônicas são extremamente fortes e têm um impacto significativo nas propriedades desses compostos (Atkins, 2017; Engel, 2013). Apesar disso, uma interação importante pode ocorrer entre um íon proveniente desse composto iônico e uma molécula que apresente carga parcial, denomina íon-dipolo.

Em suma, as interações químicas, incluindo ligações de hidrogênio, forças dipolo-

dipolo, forças de dispersão de London e forças iônicas, são fundamentais para a compreensão e previsão das propriedades químicas e físicas dos materiais. Ao considerar essas interações em diversas áreas da Química, podemos obter uma compreensão mais detalhada e específica dos compostos químicos e de suas características peculiares (Rocha, 2001).

3.5.2 Dificuldades do aprendizado

Levando em consideração os conhecimentos essenciais e as habilidades a serem desenvolvidos durante o Ensino Médio, segundo a BNCC, tem-se então uma diversidade de conteúdos a serem trabalhados em sala de aula. Neste contexto, esse presente trabalho destaca interações intermoleculares, por serem uma temática abordada nas turmas de primeiro ano do Ensino Médio e as dificuldades de abstração e aprendizagem que os estudantes possuem em relação a essa temática (Brasil, 2017; Fernandez; Marcondes, 2006).

Segundo estudos realizados por Junqueira (2017), explana-se como uma hipótese, que muitos discentes de diferentes níveis de ensino, reconhecem que as interações intermoleculares existem, todavia, em diversificados casos, não são capazes de apresentar de forma apropriada os conceitos fundamentais das interações intermoleculares. Sobre esse viés, podemos destacar que ao nível de ensino médio a aprendizagem em relação a esse tema de estudo não vem sendo satisfatória. Em razão do ensino ser substancialmente realizado de maneira fragmentada, descontextualizado, carente de criticidade e sem os devidos questionamentos sobre a natureza das interações intermoleculares. Fazendo com que os estudantes não consigam, por exemplo, diferenciar a quantidade de energia de uma ligação química entre uma interação intermolecular, ou interpretar situações cotidianas em que as interações intermoleculares estão presentes (Gilbert, 2002; Schmidt; Kaufmann; Treagust, 2009).

Contextualizar o ensino de química em relação às interações intermoleculares tona-se fundamentalmente benéfico, por poder gerar a possibilidade de sobreposição das dificuldades de abstração, aprendizagem e diferenciação entre interações e ligações químicas, por parte dos estudantes. Porque ao entender as interações intermoleculares, o estudante passa a compreender que as forças intramoleculares são responsáveis por manter moléculas unidas, tornando-se a base para compreender os estados físicos da matéria e suas propriedades (Fernandez; Marcondes, 2006; Rocha, 2001). Além disso, possibilita que o estudante relacione esse conhecimento com o estudado em outras disciplinas, como ciclos biogeoquímicos.

3.5.3 Como as metodologias ativas e tecnologias educacionais são aplicadas ao ensino de interações intermoleculares

Segundo Santos (2020), em seu trabalho sobre o “Ensino Contextualizado de Interações Intermoleculares a partir da Temática dos Adoçantes”, existe uma diversidade de abordagens de pesquisa que optam por capacitar os professores, fornecendo sequências didáticas prontas para serem aplicadas em sala de aula. Elas demonstraram como os alunos melhoraram suas respostas após a intervenção pedagógica. Embora a produção de materiais alternativos seja crucial para apoiar as mudanças necessárias na relação entre o professor e o livro didático, acredita-se que esses materiais podem possuir um propósito mais amplo do que simplesmente servir como recursos de ensino. Portanto, o autor relata que é importante ter cautela para garantir que essas sequências didáticas não se transformem apenas em substitutos dos livros. Permitindo assim explorar as interações intermoleculares em detalhes, fazendo uso do conhecimento cotidiano dos alunos, uma vez que a Química é a ciência dos estudos sobre a transformação da matéria, requerindo uma base sólida no entendimento das maneiras pelas quais as substâncias interagem antes de ser ensinada ou aprendida de forma eficaz. No entanto, é importante observar que ainda há uma escassez de trabalhos focados em interações intermoleculares (Santos; Almeida, 2020).

3.5.4 Software Mercury

O Cambridge Crystallographic Data Center (CCDC) é constituído por especialistas de renome mundial no campo de dados de química estrutural, contando com conhecimentos aplicados à pesquisa e desenvolvimento de materiais e ciências biológicas. A plataforma Mercury possui um vasto repositório de informações, acumulando uma considerável experiência em áreas de pesquisa que abrangem Engenharia de Cristais, Desenvolvimento de Medicamentos, Análise de Estrutura Molecular e Mineração de Conhecimento (Macrae et al., 2020).

Uma característica fundamental do Mercury é seu amplo banco de dados sobre cristais, que oferece aos usuários acesso a uma riqueza de informações. Os usuários têm a flexibilidade de utilizar os dados disponíveis ou criar suas próprias estruturas e moléculas com base em suas pesquisas e necessidades específicas. Além disso, o Mercury desempenha um papel crucial na visualização das interações intermoleculares. Com uma extensa coleção de estruturas cristalinas catalogadas, o software possibilita que as moléculas sejam dispostas em estados cristalinos que favorecem interações próximas, tornando a visualização desses processos mais acessível e eficaz, como pode ser denotado na Figura 1. Portanto, a utilização desse software como um recurso didático-pedagógico torna-se uma ferramenta fundamental para a desenvoltura deste trabalho, por tornar viável a inserção de tecnologias no ensino de interações intermoleculares.

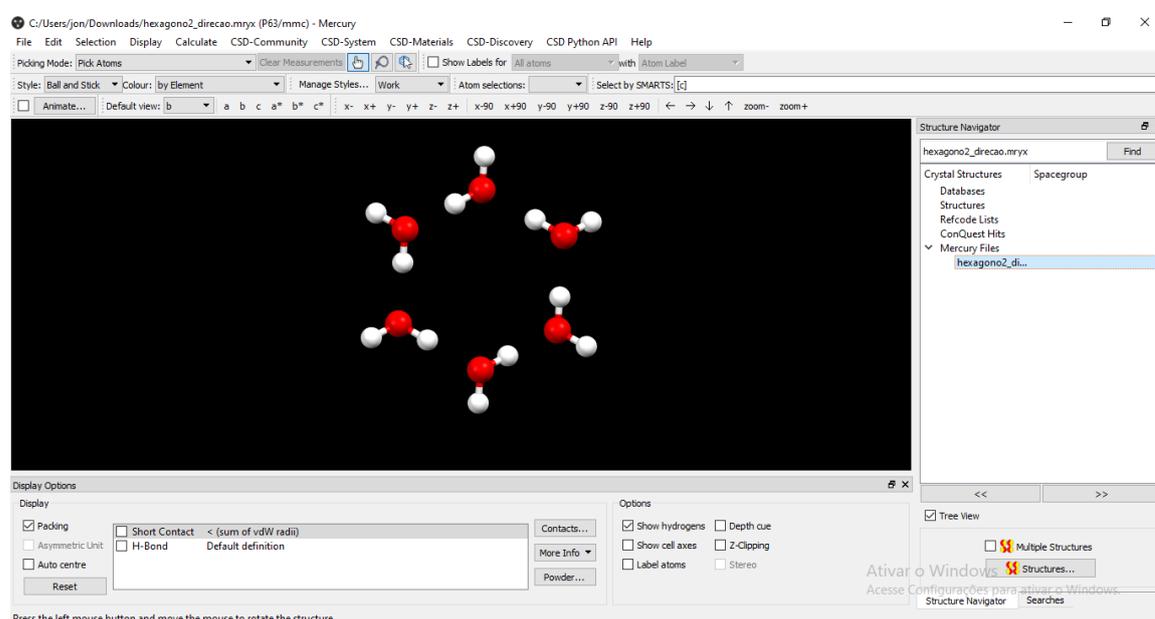


Figura 1 – Representação gráfica das moléculas de água no software Mercury em uma projeção do tipo 3D (três dimensões). Na imagem estão representadas seis moléculas de água interagindo de maneira específica umas com as outras, por meio de ligações de hidrogênio, formando um hexano responsável pela redução da densidade do água em estado sólido. As esferas vermelhas representam os átomos de oxigênio e as brancas representam os átomos de hidrogênio.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho possuiu como finalidade executar atividades didáticas com estudantes do primeiro ano do curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do IF Goiano - Campus Iporá. O nosso objetivo foi auxiliar na compreensão e expansão de conhecimentos acerca de interações intermoleculares. As interações intermoleculares não são explicitamente citadas nas diretrizes do ensino médio convencional, conforme estipulado pela Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (Brasil, 2017). Contudo, para compreender estruturas da matéria e suas propriedades (citadas na BNCC) é necessário falar sobre interações intermoleculares.

A escolha por metodologia ativa possui como ponto de partida o rompimento das visões tradicionalistas do ensino, buscando a construção de conhecimentos fundamentados em práxis transformadoras. Uma vez que, superar o ensino simplista é romper com inércia do ensino sem perspectivas e monótono, preocupando-se em articular teoria e prática de maneira que o ensino seja metódico e satisfatório, tornando-se tarefa do docente o trabalho coletivo de inovação, pesquisa e formação constante (Freire, 1979).

Essa pesquisa é caracterizada como de caráter qualitativo e participativo. Isso ocorreu através da implementação de métodos de aprendizagem ativa para fosse possível atingir uma aprendizagem significativa. Utilizamos como método de coleta de dados diário de campo e questionários (contendo perguntas abertas e fechadas). Com as análises dos dados obtidos direcionados aos aspectos qualitativos, mas ainda assim, buscando avaliações quantitativas. Objetivando avaliar o processo de aprendizagem do conteúdo de interações intermoleculares com uso de metodologias ativas e tecnologias educacionais, com base em um ensino crítico e contextualizado.

4.1 Ações

Esse trabalho foi submetido e aprovado no Comitê de Ética do IF Goiano (Nº 68844423.2.0000.0036). Portanto, foram apresentados e explicados aos estudantes os termos: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). Após a assinatura dos termos pelos estudantes e seus responsáveis o trabalho foi executado.

O grupo de interesse do trabalho foram os estudantes da disciplina de Química Inorgânica na turma do 1º ano do curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do IF Goiano - Campus Iporá. As ações foram executadas durante as aulas dessa disciplina.

Conforme supracitado, as ações do trabalho foram de ministrar atividades que

visem a aprendizagem dos estudantes na temática de interações intermoleculares, buscando promover um ensino lúdico e contextualizado, atrelado a metodologias ativas e tecnologias educacionais. A descrição detalhada da metodologia segue abaixo.

4.1.1 Aulas

As metodologias ativas que utilizamos em aula foram: aula expositiva dialogada e rotação por estações. Para isso dividimos as aulas em dois encontros (primeiro momento e segundo momento), em diferentes dias da semana, levando em consideração os horários dos estudantes.

Em um primeiro momento (encontro 1), foi feita a exposição do conteúdo sobre interações intermoleculares, por meio de slides contendo imagens e GIFs (Graphics Interchange Format) para facilitar a visualização das interações intermoleculares. Momento este onde abordaram-se os tópicos: A história das interações intermoleculares, conceitos básicos, diferença entre interações intermoleculares e Ligações Químicas, os tipos de interações intermoleculares e as suas características (Dipolo Induzido - Dipolo Induzido, Dipolo permanente - Dipolo permanente e Ligações de Hidrogênio), diferença entre Ligação de Hidrogênio e Ponte de Hidrogênio, impactos sobre as propriedades físicas das substâncias em relação aos tipos de interações intermoleculares e a interação Íon-Dipolo suas características e diferença em relação às interações intermoleculares. Ao final da abordagem teórica do conteúdo foi aplicado o questionário para verificação dos conhecimentos dos estudantes. Esse questionário encontra-se no Apêndice A. Outro questionário foi aplicado ao final das próximas etapas, no encontro 2 (Apêndice B).

Em um segundo momento (encontro 2), após toda abordagem inicial em relação à teoria, o conteúdo foi novamente abordado com a metodologia de rotação por estações, a qual foram utilizadas três estações. Desta maneira, para o pleno desenvolvimento dessa metodologia a classe foi dividida em grupos, dos quais cada um dos grupos passou por todas as estações. Visando tornar a aula ser mais interativa, em cada seção eles deveriam resolver algum exercício e mostrar que aprenderam a utilizar as ferramentas disponíveis nas estações. Em relação às perguntas contidas nas estações foram construídos alguns cards, divididos em oito perguntas diferentes, que os alunos deveriam responder sem instrumentos de consulta.

Uma das estações foi a com professor para tirarem dúvidas e revisar os conceitos. A segunda estação foi de apresentação das interações de maneira mais lúdica e tangível, por meio de moléculas construídas com esferas de isopor e palitos de madeira. Essas moléculas estão disponíveis na Figura 2.

Cada uma das esferas que construíam diferentes moléculas possuíam super-ímãs em seus centros, para gerar uma simulação das forças de atração e repulsão dos diferentes



Figura 2 – Representação de moléculas construídas utilizando palitos de dente e esferas de isopor. Na imagem acima estão representadas seis moléculas, sendo elas: água (azul e branco), gás hidrogênio (amarelo) e HCl (verde e vermelho).

tipos de interações intermoleculares. Dessa maneira, os polos dos ímãs foram posicionados estrategicamente para que átomos com a mesma polaridade se repelissem (polos iguais do ímã) e os átomos com polaridade diferentes se atraíssem (polos diferentes do ímã). Na realidade, apenas foi necessário inverter um dos polos (positivo (+) ou Negativo (-)) para que houve-se atração entre diferentes polos magnéticos. Contudo, para simular a repulsão dois polos de mesma carga (positivo (+) com positivo (+) ou Negativo (-) com Negativo (-)) deviam estar voltados um para o outro, o que foi realizado apenas rotacionando cada uma das esferas até se observar as forças de repulsão. Assim as moléculas foram fixadas de acordo com os testes realizados, algumas moléculas deviam se atrair e outras se repelir, para gerar a simulação das interações desejadas. Nessa estação os alunos podiam utilizar livremente essas moléculas para identificar os tipos de interações que as mesmas realizavam, respondendo as perguntas em relação a essa estação, as perguntas podem ser visualizadas no Apêndice C.

Por fim, a terceira estação foi realizada com um software da área de Cristalografia, o Mercury (Macrae et al., 2020). Esse software permite visualizar uma estrutura tridimensional e assim, entender como são formadas as interações intermoleculares no estado cristalino sólido, em especial as ligações de hidrogênio, pois escolhemos trabalhar apenas com algumas moléculas de água, formando uma estrutura no formato de hexágono, por representar a água em estado físico sólido ou de gelo (Figura 1. Novamente, nessa estação haviam algumas perguntas relacionadas à estrutura indicada no Mercury (Apêndice D). Em ambos os questionários, os estudantes tiveram 10 minutos para respondê-los.

Após todos os grupos finalizarem a participação em todas as estações, foi realizado a de aplicação do questionário final (Apêndice B) para verificação da aprendizagem dos estudantes sobre o conteúdo após o contato com a metodologia ativa.

4.1.2 Questionários

A aplicação de ambos os questionários aconteceu no momentos finais dos encontros realizados, contando com um tempo de aplicação de quinze a vinte minutos. A composição desta pesquisa se fundamenta em dois tipos de perguntas, as de caráter discursivo (abertas) e de múltiplas escolhas (objetivas), considerando os pontos positivos e negativos de cada uma para a análise dos dados coletados.

As perguntas de caráter aberto, são livres para que os estudantes formulem respostas de acordo com suas palavras, sem a limitação de escolherem alternativas. Desta maneira, possuindo como principais vantagens, a obtenção de respostas mais elaboradas e pessoais que vão além da objetividade, possuem menor poder de influência sobre quem responde, proporciona esclarecimentos, comentários e explicações significativas, dentre outras vantagens. Todavia, apresenta algumas desvantagens consideráveis, podendo gerar respostas parciais e sem padronização. Isso pode dificultar a compilação e análise das respostas (Mattar, 1994).

Em relação às questões com caráter objetivo, resumidamente consiste nos participantes optarem por respostas delimitadas na forma de alternativas. Como principais vantagens, podemos citar sua relevância em gerar a facilidade no processo de aplicação e análise das respostas, rapidez na ação de responder e apresenta amplas alternativas. Porém, demanda elevado tempo de elaboração e possibilita respostas por meio de “adivinhação” (Mattar, 1994).

4.1.3 Diário de campo

As questões qualitativas das relações de ensino-aprendizagem foram coletadas a partir da percepção do pesquisador deste trabalho e de sua orientadora. Os comportamentos analisados incluíram o desempenho nas atividades, a participação, o envolvimento e o interesse dos estudantes, caracterizando-se como um diário de campo (Kroeff; Gavillon; Ramm, 2020). Durante os encontros, os professores buscaram realizar registros de pontos gerais e específicos sobre a participação dos estudantes, comportamento, nível de interesse, perguntas e dúvidas mais recorrentes, erros e acertos durante o desenvolvimento das metodologias, entre outros aspectos que foram tratados e discutidos nos resultados e discussões.

4.2 Análise dos dados coletados

Os dados coletados das entrevistas foram analisadas e tabuladas, objetivando-se construir um material no formato de texto para eventuais comparações, entre as respostas obtidas e a frequência das mesmas. Ainda, sempre que pertinente foram construídos gráficos, especialmente para as questões fechadas. Em relação ao relato do diário de campo foram resumidas as principais observações que se encontram detalhadas na próxima seção do trabalho.

5 RESULTADOS

5.1 Primeiro Momento

Como descrito anteriormente, no primeiro momento ocorreu a aula teórica expositivo-dialogada e a aplicação de um questionário inicial.

5.1.1 Encontro 1 - Aula Teórica

A exposição do conteúdo sobre as interações intermoleculares foi conduzida por meio de slides que incorporavam imagens e GIFs, visando aprimorar a compreensão e facilitar a visualização desses processos.

Um aspecto destacado na abordagem da aula expositiva foi a decisão de incluir GIFs, que se revelou notavelmente eficaz. Os alunos demonstraram entusiasmo e interesse diante desse recurso, especialmente quando surgiam dúvidas sobre a maneira como as interações intermoleculares ocorrem entre as moléculas. Os GIFs emergiam como uma alternativa valiosa, proporcionando uma visualização dinâmica que facilitava a compreensão desses conceitos (Miolla, 2017; Melo, 2020). É importante ressaltar que, em geral, alunos do ensino médio nos primeiros anos enfrentam consideráveis desafios ao tentar compreender a visão tridimensional das moléculas e a forma como essas interações são estabelecidas. Adicionalmente, a compreensão da geometria molecular e da polaridade das moléculas, elementos cruciais na determinação dos tipos de interações intermoleculares, adiciona outra camada de complexidade. Os GIFs, contudo, conseguem abranger todos esses aspectos de forma clara e acessível.

No entanto, observou-se que nem todos os aspectos transcorreram conforme o esperado ao optar pelos slides como meio de proporcionar benefícios como visualização facilitada, organização lógica, interatividade, facilitação da anotação, acessibilidade, economia de tempo e colaboração entre os alunos. Como principais contrapontos ou consequências não previstas, destacam-se a dificuldade em manter a atenção prolongada e a redução da participação ativa dos estudantes. Ao se buscar uma implementação eficaz, houve a preocupação em evitar excesso de texto e garantir uma apresentação envolvente, utilizando os slides como uma ferramenta complementar, e não como uma solução completa para o ensino (Sasaki, 2016; Valente, 2014). No entanto, tornou-se evidente que, apesar das vantagens oferecidas pelos slides, a atenção prolongada dos alunos foi um desafio, resultando na necessidade de intervenção por parte dos docentes para estimular a participação ativa e incentivar a anotação dos pontos-chave do conteúdo.

O desinteresse manifestado pelos estudantes em participar da aula e em realizar

anotações pode ser atribuído a diversos fatores. Um deles é a falta de familiaridade dos alunos com a metodologia de slides, uma vez que os professores da instituição não costumam adotar essa abordagem nas aulas de Química. Além disso, a presença de um docente em formação, que quebrou a rotina habitual dos alunos, e a realização das duas últimas aulas no período da tarde também podem ter influenciado negativamente, considerando o cansaço e a dificuldade intrínseca ao conteúdo apresentado, exigindo uma análise mais aprofundada para compreender tais impactos.

Assim, o papel do educador crítico deve ir além dos comodismos e do cotidiano comum do ensino, ele deve expor e apontar soluções reais para as problemáticas que a aprendizagem pode gerar, o que de maneira geral tentou-se realizar, propondo razões e soluções em conjunto com os meios de traduzi-la concretamente, devendo fazer frente às dificuldades e desafios do ensino. Contudo, prezando pela consciência das reais possibilidades dentro do contexto em que se encontra, de empregar essas metodologias, que muitas das vezes podem alcançar êxito ou gerar ainda mais dificuldades a serem rompidas (Tavares, 2021).

Os recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem mostram-se como uma opção para a superação do tradicionalismo no ensino (utilização reduzida à exposição oral de conteúdos e/ou livros didáticos durante aulas). As tecnologias podem gerar o engajamento dos discentes durante as aulas e sua maior participação, além de proporcionar a construção da aprendizagem, com base em materiais interativos e que facilitam a abstração, em relação aos conteúdos estudados (Cardoso, 2016). O que de maneira geral aconteceu, ainda que não em sua totalidade, uma porção considerável dos alunos se apresentou engajada em participar da aula em questão. Deste modo, essas tecnologias têm funcionado como um leque de possibilidades, ações e estratégias, que auxiliam na apresentação de conhecimentos e conteúdos, a serem utilizados como instrumentos para a interpretação dos mesmos, tornando-se uma forma de contextualização sobre a realidade (Pacheco; Rocha; Lahm, 2019).

Em uma análise inicial puramente descritiva e qualitativa, baseada nas observações e anotações realizadas no diário de campo através da aula expositivo-dialogado, salienta-se que a maioria dos estudantes conseguiu aprender quais são os tipos de interações intermoleculares, todavia não conseguia determinar com certeza quais fatores diferenciam os tipos de interações. A maior dificuldade dos estudantes estava relacionada a como moléculas apolares conseguem induzir a formação de polos para estabelecer as interações dipolo induzido-dipolo induzido e diferença entre dipolo-dipolo e ligação de hidrogênio. No entanto, os estudantes buscaram sanar suas dúvidas e sempre que apresentavam algum desentendimento em relação aos tópicos abordados, faziam perguntas demonstrando confiança no docente em formação, possibilitando assim um melhor desenvolvimento da aprendizagem e andamento do conteúdo. Outras análises mais descritivas e detalhadas

foram realizadas no próximo subtópico.

5.1.2 Encontro 1 - Questionário Inicial

Ao iniciar a análise e discussão, é essencial considerar a condução da aula teórica, a integração de tecnologias educacionais e a abordagem do ensino centrado na criticidade e na participação ativa dos estudantes em seu próprio processo de aprendizagem.

5.1.2.1 Perguntas Abertas - Questionário Inicial

Durante o primeiro encontro constatou-se que todos os estudantes presentes, 32 (100%), responderam o questionário inicial. Neste sentido, ao observarmos as respostas obtidas na primeira pergunta do questionário, percebe-se que da totalidade apenas 15,62% pessoas não responderam à primeira pergunta, dentre as 84,38% respostas obtidas destacamos as seguintes (Quadro 1).

Quadro 1 – Resultado da apuração e seleção das respostas mais recorrentes para a Questão Aberta 1 do questionário inicial.

Descreva de maneira resumida o que você entende por interações intermoleculares?	
Exemplos de respostas	Estudante
"São forças de atração entre as moléculas"	E1
"São diferentes e mais fracas que as ligações químicas"	E2
"São as forças que atuam entre moléculas e afetam suas propriedades"	E3
"As interações intermoleculares são as interações que ocorrem na molécula"	E4
"É definido com uma ligação de moléculas"	E5
"Fazem com que as moléculas fiquem ligadas"	E6
"São as interações de ligações os átomos realizam entre si"	E7
"Juntam ligações químicas"	E8

Comparando-se as respostas obtidas nesta primeira pergunta, conclui-se que de maneira geral, além de apresentarem uma participação consideravelmente boa durante a teoria, os estudantes conseguiram formular respostas bastante satisfatórias apenas com a aula expositivo-dialogada.

As duas primeiras respostas (dos estudantes E1 e E2) no Quadro 1 foram as mais recorrentes entre todos os estudantes. A resposta do estudante E1 está de acordo com a teoria e é correta para a definição das interações intermoleculares. A segunda resposta mais frequente não define de fato as interações, mas demonstra uma propriedade importante delas, que é a de ser diferente das ligações químicas e ser mais fraca. Contudo, isso evidencia uma lacuna e dificuldade de abstração de definições por parte dos estudantes nesse conteúdo de Química, o que também pode ter sido gerado devido à dificuldade em formular respostas objetivas ou compreender os enunciados. Outra resposta correta, embora não tenha sido a mais frequente, foi a do estudante E3, que, além de construir corretamente o conceito das

interações intermoleculares, ainda demonstra uma consequência delas, ou seja, o impacto nas propriedades dos materiais.

As demais respostas mostram dificuldades dos estudantes e eram esperadas, conforme descrito por Junqueira (2017). O erro do estudante E4 está no conectivo "na molécula", o qual demonstra a incompreensão das interações necessitaram de duas ou mais moléculas para ocorrer, ou seja, deve ser entre moléculas. Ainda, nota-se o uso da palavra ligada e ligação para descrever na realidade o que é uma interação (estudantes E5 e E6), o que gera confusão na diferenciação do conteúdo de interações para o de ligações químicas. Apesar disso, esses estudantes (E4 a E6) conseguiram-se lembrar que as interações intermoleculares envolviam moléculas.

Os dois últimos exemplos apresentados no Quadro 1 mostram lacunas importantes na internalização do conteúdo por parte dos estudantes. O estudante E7 descreveu uma ligação química, já que essa envolve átomos, e utilizou a palavra interação que descreve apenas moléculas. Essa confusão entre ligação e interação foi descrita por Junqueira (2017) em seu trabalho "Um estudo sobre o tema interações intermoleculares no contexto da disciplina de química geral: a necessidade da superação de uma abordagem classificatória para uma abordagem molecular". Por fim, o estudante E8 mostra que o conceito de interações intermoleculares não foi completamente assimilado, assim como o de ligações químicas.

Em relação à segunda pergunta do questionário (**Quais são os tipos de interações que existem?**) observou-se maior dificuldade dos alunos em respondê-la. Do total, apenas 65,6% apresentaram respostas adequadas, 28,15% responderam de forma equivocada e 6,25% não responderam. Dentre as respostas destaca-se que alguns estudantes colocaram os tipos de interação por ordem de força corretamente (íon-dipolo, ligação de hidrogênio, dipolo permanente-dipolo permanente, dipolo induzido-dipolo Induzido ou vice-versa), o que foi positivo para a assimilação do conteúdo. Entretanto, alguns alunos omitiram a interação íon-Dipolo, talvez em razão de vários momentos durante a aula essa interação não ser tratada como uma interação intermolecular, o que pode ter ocasionado a falta dessa interação em alguns resultados.

No conjunto total das argumentações restantes, nota-se alguns resultados sugerem que houveram algumas falhas durante os processos de ensino-aprendizagem, dois estudantes colocaram as ligações Químicas (covalente, metálica e iônica) como se fossem interações. Talvez essa parcela das apurações representem os alunos que estavam desinteressados durante a aula teórica, gerando esse equívoco na conceituação das respostas. Apesar disso, as outras sete respostas restantes estavam apenas incompletas contendo dois ou menos tipos de interações, mas ainda assim, corretas. Dados esses, que podem ser resultantes da dificuldades dos estudantes para com o conteúdo, que é bastante conceitual, apresenta certa dificuldade e demanda estudos posteriores fora dos ambientes de sala de aula.

Destacamos aqui que a escolha e elaboração dessa pergunta não visa avaliar a capacidade de memorização dos discentes, muito pelo contrário, o objetivo desta questão é avaliar se os estudantes foram capazes, ao término da aula, de aprender que as interações químicas são diferentes das ligações químicas. Conseqüentemente, respostas incompletas ou parcialmente completas cumprem com a visão de resultados esperados pelos elaboradores desse trabalho, desde que os alunos tenham respondido respostas que sejam compatíveis com algum tipo de interação química e não ligação química.

Em relação à terceira pergunta ou última pergunta aberta discursiva. Com base nas repostas obtidas observou-se que apenas 10 estudantes (31,25%) responderam o exercício proposto, dentre as respostas recebidas destacamos as do Quadro 2.

Quadro 2 – Resultado da apuração e seleção das respostas mais recorrentes para a Questão Aberta 3 do questionário inicial.

As mudanças de estado físico das substâncias, estão associadas às forças intermoleculares, das quais possuem diferentes quantidades de energia. Descreva como as interações afetam as propriedades físicas, ponto de fusão e ponto de ebulição	
Exemplos de respostas	Estudante
"Quanto mais forte a interação mais alto será o P.F e P.E"	E9
"Quanto mais forte for a interação intermolecular maiores serão as temperaturas de fusão e ebulição, assim a interação mais fraca é a Dipolo induzido, a intermediária Dipolo-Dipolo e mais forte é a ligação de hidrogênio, devido ao hidrogênio se ligar com átomos muito eletronegativos H - F, O, N, tendo os maiores pontos de fusão e ebulição."	E10
"Quanto mais forte a ligação maior P.F (ponto de fusão) e P.E (ponto de ebulição), também afetando o estado físico que a matéria se encontra naturalmente."	E11
"Quanto mais forte a interação, maior necessidade de energia e temperatura para ebulir"	E12
"dependendo do estado em que se encontra um elemento, este precisará de mais calor ou baixa temperatura para modificar sua propriedade física"	E13
"Afetam por meio da moléculas"	E14

Em relação à primeira resposta (estudante E9) notou-se que grande parte dos participantes obtiveram conclusões semelhantes de como responder esse questionamento. Assim, esse exemplo de resposta foi o mais recorrente entre os dados obtidos. Explana-se que este modelo de resposta, apesar de sucinto, estava correta. Além disso, observa-se também a preocupação de um dos respondentes (estudante E10) em formular uma resposta com maior nível de detalhamento, expressando quais são as interações intermoleculares e as suas ordem de força, explanando um ótimo resultado em relação à aprendizagem deste estudante.

Observa-se que respostas como a dos estudantes E11 e E12, condizem com o contexto da pergunta e todas as temáticas trabalhadas em sala de aula. Todavia, externam

alguns erros conceituais por parte dos estudantes, com esses primeiros contatos em relação às interações intermoleculares. Uma vez que o estudante E11 utiliza o termo ligação no lugar de interação, demonstrando novamente as dificuldades de abstração de definições por parte dos estudantes nesse conteúdo da Química. Neste sentido o estudante E12 apresentou uma resposta interessante, condizente com a pergunta, mas foi menos detalhista que alguns outros estudantes. Ainda sim não cometendo o erro em definir uma interação química como uma ligação.

As últimas duas respostas apresentadas no quadro anterior, fogem completamente das respostas possíveis esperadas. Os dois estudantes (E13 e E14) apresentaram uma baixa apropriação do conteúdo trabalhado, sendo incapazes de correlacionar corretamente como a intensidade das interações intermoleculares se relaciona com as temperaturas de fusão e ebulição de diferentes moléculas. Ainda, observa-se que o estudante E13 disse que "dependendo do estado em que se encontra um elemento...", ao adotar a palavra "elemento" este manifesta certa dificuldade em diferenciar ligações químicas de interações químicas, pois as interações acontecem entre moléculas e não apenas elementos. Ainda assim, o estudante em questão, ao formular sua resposta, comprova de modo geral que reconhece que a existência de interações, necessitando de mais ou menos energia para mudarem de estado físico. Infelizmente, a resposta do estudante E14 demonstrou um cenário longe do ideal, no qual o estudante não foi capaz de estabelecer nenhuma relação entre as interações e as propriedades físicas das moléculas.

Neste contexto, é possível concluir que as respostas obtidas se aproximaram consideravelmente do esperado. Cada aluno abordou uma questão distinta sobre a maneira de responder à pergunta, resultando em bons desempenhos. Mesmo que algumas respostas tenham conceitualmente falhas ou sejam incompletas.

É importante ressaltar que, para esta pergunta específica, não se esperavam respostas excessivamente elaboradas ou totalmente corretas, dado o caráter introdutório da aula em relação à influência das interações intermoleculares nas propriedades físicas. Ao abordar esse ponto específico do conteúdo, houve uma ênfase em estabelecer comparações e analogias com materiais do cotidiano dos estudantes, como os diferentes pontos de fusão e ebulição das substâncias, destacando a relação com a intensidade dos tipos de interações intermoleculares. Ao direcionar a atenção para essa contextualização do conteúdo, observou-se que as respostas refletem a compreensão dessas abordagens, resultando ocasionalmente em respostas mais elaboradas e precisas.

5.1.2.2 Perguntas Objetivas - Questionário Inicial

Em relação às perguntas objetivas do questionário inicial, destaca-se que as escolhas das questões foi realizada pensando-se na realização das discussões e contextualização do conteúdo em sala de aula. As perguntas em discussão podem ser consultadas no Apêndice

A. O gráfico a seguir (Figura 3) apresenta o apuração de todas as respostas obtidas para as perguntas quatro, cinco e seis do referido questionário.

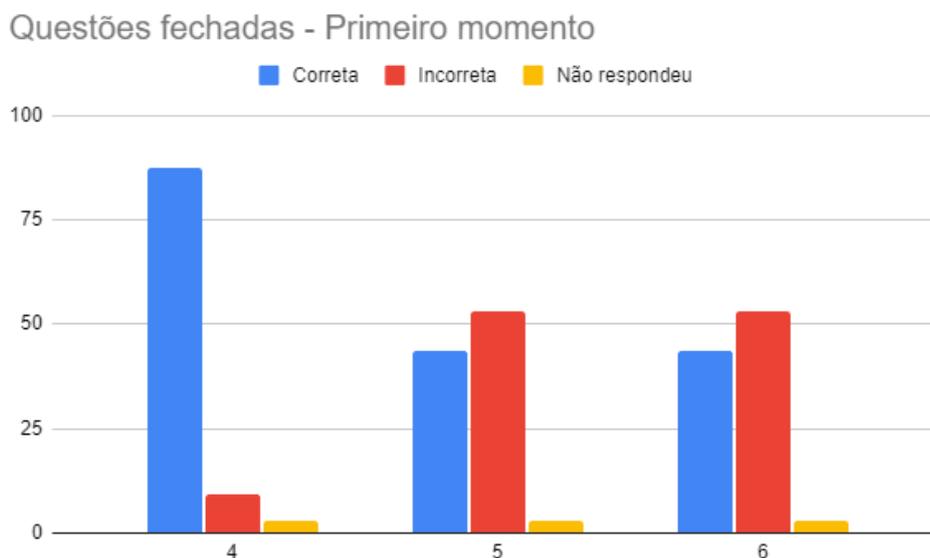


Figura 3 – Resultado da apuração das respostas obtidas para as questões objetivas quatro, cinco e seis do questionário inicial.

Ao realizar a verificação das respostas obtidas dos 32 alunos, 87,5% dos mesmos responderam corretamente a questão quatro, 9,4% responderam incorretamente e apenas 3,1% não responderam. Os dados alcançados para essa indagação descrevem que grande parte dos estudantes conseguiram traduzir o conteúdo de maneira exitosa, relacionando suas aprendizagens e conhecimentos com a suas capacidades de escolha. Demonstrando uma aprendizagem significativa em relação à contextualização sobre as ligações de hidrogênio. Os estudantes apresentaram certo índice de discernimento, ainda que uma parcela (baixa) dos estudantes não tenha conseguido responder corretamente.

Ademais, para a segunda questão do questionário obtiveram-se resultados não muito satisfatórios. Observando-se que apenas 43,8% dos estudantes escolheram a resposta certa (D - Van der Waals), outros 53,1% dos respondentes optaram por respostas erradas, e 3,1% das respostas estava em branco. Contudo, uma única dessas respostas equivocadas apontava para ligação metálica como um tipo de interação, cinco respostas para ligação Iônica como um tipo de interação e as outras onze respostas indicavam as ligações covalentes como interação intermolecular. Essas soluções obtidas podem refletir e ressoar novamente a dificuldade que os estudantes possuem em diferenciar as interações intermoleculares das ligações químicas, assim como já apontam diversos estudos na literatura, aqui presentemente discutidos em tópicos antecessores. Todavia, a possibilidade de as respostas obtidas serem também reflexo da pressa dos alunos em responder o questionário, gerando interpretações desacertadas, por consequência afetando os dados analisados.

Na última questão do instrumento de coleta de dados, também obteve-se respostas altamente variadas, mas infelizmente com mais erros do que acertos. Dos resultados analisados, apenas 3,1% não responderam, semelhantemente a questão cinco, 43,8% e 53,1% responderam correta e incorretamente, respectivamente. Salientasse que as respostas erradas foram bastante variadas e não seguiam um padrão, podendo sugerir que os estudantes escolheram com base na sorte uma dentre todas as alternativas, problemática essa muito comum nestes tipos de instrumentos de pesquisa. Talvez a grande parcela de respostas obtidas seja consequência da falta do estudo sobre algumas outras temáticas ainda não estudadas pelos estudantes, tais como a dissociação e ionização de diferentes substâncias. Nesse ponto essa questão poderia ter sido melhor elaborada para avaliar se os estudantes realmente eram capazes de diferenciar as interações íon-dipolo das outras interações intermoleculares, todavia conhecer sobre as interações íon-dipolo demanda certo conhecimento em relação à formação de íons, fator não levado em conta durante a elaboração do questionário.

5.2 Segundo Momento

5.2.1 Encontro 2 - Rotação por estações

Em um segundo encontro (Encontro 2), após uma introdução inicial à teoria, o conteúdo foi revisado utilizando a metodologia de rotação por estações, composta por três estações distintas. Para a implementação eficaz dessa abordagem, a turma foi dividida em grupos, permitindo que cada grupo percorresse todas as estações.

No entanto, em comparação com o primeiro encontro, houve uma redução no número de participantes no segundo encontro. Enquanto 32 estudantes participaram inicialmente, apenas 19 estudantes se envolveram no segundo encontro, contribuindo para as atividades do projeto. Essa diminuição significativa pode ser atribuída às ações dos docentes durante o primeiro encontro, quando informaram aos alunos que o segundo encontro seria diferenciado e mais participativo por parte dos estudantes. No contexto do segundo encontro, foram formados seis grupos, cada um composto por três a cinco alunos.

5.2.2 Rotação por estações - Dúvidas com o professor

Esta estação consistiu em um encontro com o professor, proporcionando aos alunos a oportunidade de esclarecer dúvidas e revisar conceitos. Com o intuito de tornar a aula mais interativa, os alunos foram desafiados a resolver exercícios em cada seção, demonstrando sua habilidade em utilizar as ferramentas disponíveis nas estações e aplicar seus conhecimentos sobre o conteúdo. Em relação às perguntas elaboradas para essas estações, foram preparados diversos cartões, cada um contendo oito perguntas distintas, as

quais os alunos deveriam responder sem a utilização de recursos de consulta. As perguntas contidas nos cartões podem ser encontradas nos Apêndices C e D.

Durante o pleno desenvolvimento das atividades nesta estação, os estudantes frequentemente buscavam a orientação dos docentes para esclarecer suas dúvidas. Isso gerou uma certa falta de fluidez na estação, uma vez que as dúvidas surgiam durante a execução das atividades em cada estação. Além disso, é relevante observar que, ao iniciar cada uma das estações e as rotações entre os grupos, os docentes optaram por oferecer explicações e orientações adicionais. Essas abordagens incluíram instruções sobre como utilizar o software, compreender as interações físicas entre as moléculas e entender a construção das mesmas, entre outras orientações abrangentes.

5.2.3 Rotação por estações - Moléculas Físicas

A segunda estação teve como objetivo apresentar as interações de forma mais envolvente e palpável, utilizando moléculas elaboradas a partir de esferas de isopor e palitos de madeira, que continham ímãs em seus núcleos, permitindo a simulação das forças de atração e repulsão envolvidas nas diferentes interações intermoleculares. Cada uma dessas esferas, que compunham várias moléculas distintas, foi utilizada para que os alunos tivessem a liberdade de manipular essas moléculas e identificar os tipos de interações que ocorriam, respondendo às perguntas relacionadas a essa atividade.

Ao observar a reação e comportamento dos estudantes nessa estação, notou-se que os alunos ficaram maravilhados com as forças de atração e repulsão das moléculas, em decorrência da presença dos super-ímãs no centro de cada esfera de isopor. Do qual logo de início os estudantes já perceberam a presença de ímãs dentro das esferas, devido às forças de atração e repulsão. Nesse quesito a simulação dessas forças alcançaram resultados extraordinariamente marcantes, superando todas as expectativas em relação ao comportamento dos estudantes e seu interesse e engajamento na estação.

Diversos foram os fatores exitosos durante essa estação, de imediato os estudantes conseguiam identificar a polaridade das moléculas, em motivo das forças de atração e repulsão, auxiliando os mesmos a possuírem uma visão mais explícita, palpável e física dessas interações. Ao conseguirem identificar as polaridades, muitos dos participantes conseguiam também afirmar com a devida segurança quais os tipos de interações intermoleculares estavam sendo representadas pelos modelos, nos permitindo afirmar que os estudantes integrantes do segundo momento conseguiram compreender e abstrair os conteúdos anteriormente abordados. Neste sentido, podemos ressaltar que além de demonstrarem certo nível de aprendizagem, os estudantes foram capazes de correlacionar seus conhecimentos, sobre conceitos e conteúdos anteriores precedentemente vistos ao longo do ano letivo com as interações intermoleculares. Tais tópicos como a polaridade das moléculas, geometria molecular, propriedades periódicas e outros.

Contudo, a ludicidade dos modelos criados foi tamanha que acabou ocasionando o efeito inverso, os estudantes estavam tão imersos em utilizar as moléculas físicas que acabavam perdendo bastante tempo, ocasionalmente não conseguindo responder todas as oito perguntas contidas nos cards. Uma vez que o excesso de ludicidade no ensino de ciências pode gerar um "efeito reverso", comprometendo a profundidade do aprendizado. Embora a introdução de elementos lúdicos seja valiosa para estimular o interesse dos alunos, a dependência exclusiva dessas abordagens pode resultar em superficialidade, desviando a atenção dos conceitos científicos essenciais. O equilíbrio é crucial, garantindo que as atividades lúdicas estejam alinhadas aos objetivos educacionais, reforçando, em vez de comprometer, a compreensão profunda. Dessa forma, é possível criar um ambiente educacional que seja simultaneamente estimulante e acadêmico, preparando os alunos para uma compreensão sólida e duradoura dos princípios científicos (Almeida, 1974; Conceição, 2004).

Dos seis grupos que participaram da estação, apenas um conseguiu responder todas as oito questões propostas. Os outros cinco grupos apresentaram uma média de três a quatro respostas durante o tempo disponível na estação, que foi de 10 minutos. Notavelmente, um desses grupos conseguiu responder apenas uma questão. Contudo, é crucial ressaltar que a capacidade de não responder todas as perguntas está mais relacionada ao envolvimento dos estudantes na utilização dos modelos do que à falta de conhecimento sobre o conteúdo.

Afirmamos isso em detrimento da observação de alguns pontos, pois os grupos ao utilizarem as moléculas conseguiam saber quais interações estavam acontecendo e as polaridades das mesmas. Observação essa realizada ao escutar os comentários dos alunos e ao auxiliá-los durante a superação de eventuais dúvidas, dado que os docentes não forneciam respostas prontas e completas, sempre buscando estimular as faculdades mentais dos participantes. Outros pontos observados durante a aplicação da metodologia foram a capacidade imediata dos estudantes em identificar a molécula de água devido a sua geometria angular, os mesmos também realizaram constantemente perguntas sobre as cores das moléculas que não seguiam os padrões de cores da Química (apontando que os estudantes se lembravam das cores para determinados átomos conforme os padrões). A escolha das cores foi tomada levando em consideração a liberdade que os estudantes teriam para dizer quais elementos químicos diferentes poderiam estar representados em cada uma das moléculas, considerando o tipo de interações que os modelos criados estavam representando.

Em relação as oito perguntas contidas no Apêndice C, constata-se, conforme o Gráfico a seguir (Figura 4) alguns dos resultados obtidos com base nas respostas dos estudantes. Em relação às respostas obtidas constata-se que para a primeira e sexta pergunta, obtiveram 100% de acertos, com todos os grupos identificando corretamente porque as moléculas se atraem ou se repelem e porque esses tipos de interações acontecem.

Nas respostas para a segunda e quarta questão obtiveram-se 50% de acertos e 50% de respostas em branco. Por outro lado, a questão três apresentou 33,33% de acertos, 16,67% de erros e 50% não responderam. Já a questão cinco apresentou mais respostas em branco 66,67%, contra apenas 33,33% de acertos. As duas ultimas perguntas também apresentaram maior numero de respostas em branco (66,67%) quando comparadas ao número de acertos (33,33%).

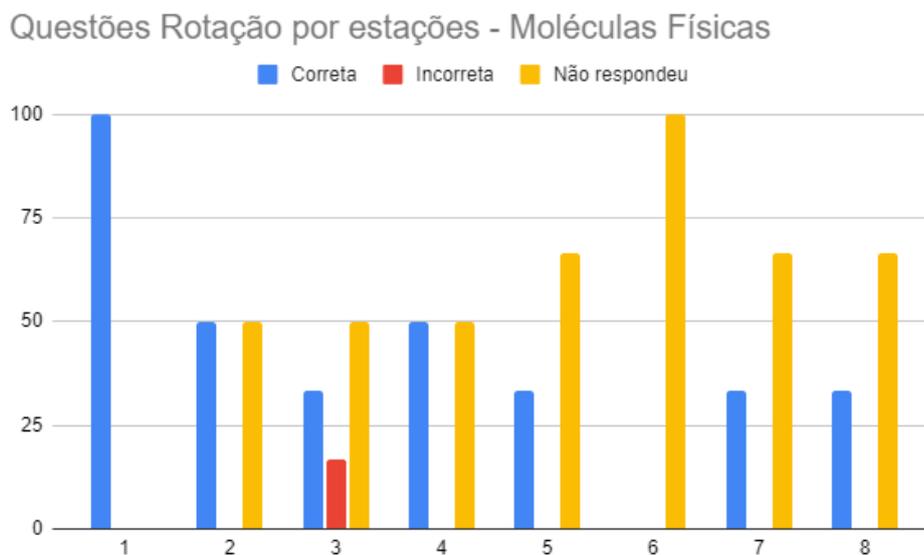


Figura 4 – Resultado da apuração e análise das respostas consolidadas através da metodologia de rotação por estações - Moléculas Físicas. Para todas as oito perguntas contidas na estação.

Comprovamos que com o uso dos modelos físicos os estudantes foram capazes de relacionar os tipos de interações intermoleculares existentes com a polaridade das moléculas, geometria molecular e átomos envolvidos durante as interações. Sendo habilidosos em afirmar porque as moléculas se atraem ou se repelem, explicar os tipos de interações que estavam acontecendo e diferenciar a interação dipolo-dipolo da ligação de hidrogênio. Contudo, as principais dificuldades foram relacionadas a aspectos como quais átomos cada esfera representava, qual molécula estava presente em cada uma das estruturas, porque esses tipos de interação acontecem e quais átomos interagem com quais átomos. Como pode ser demonstrado na Figura 3 as questões cinco, seis, sete e oito obtiveram poucas respostas, com grande quantidade dos grupos não a respondendo.

5.2.4 Rotação por estações - Software Mercury

Na terceira estação, utilizamos um software especializado na área de Cristalografia, denominado Mercury. Esse software possibilitou a visualização de estruturas tridimensionais, permitindo uma compreensão mais aprofundada das interações intermoleculares presentes no estado sólido cristalino, com foco especial nas ligações de hidrogênio.

Com base nisso e na premissa que o software possibilita a utilização de moléculas em seus estados cristalinos, utilizamos como unicamente as moléculas de água em seu estado cristalino de gelo. Essa representação no Mercury foi realizada com bases nos cristais disponíveis em bancos de dados do programa computacional, para isso foi necessário a realização de algumas edições na estrutura que representasse um dos hexágonos encontrados na estrutura do gelo em seu estado cristalino.

Ao escolher o gelo como estrutura principal para a realização dessa estação, objetivou-se que os alunos fossem capazes de visualizar a forma com seis moléculas de água realizam interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio, formando conseqüentemente um hexágono com espaços vazios em seu centro. Esse arranjo cristalino foi escolhido cuidadosamente para corresponder as explicações teóricas realizadas durante o primeiro encontro em sala de aula, para demonstrar de maneira virtual e livre como as moléculas de água podem interagir. Conseqüentemente formando o gelo que possui densidade diferente de sua forma líquida, decorrente dos espaços vazios dos muitos hexágonos que formam o gelo em seu estado respectivo estado sólido.

Essa estação também contou com a rotação dos mesmos seis grupos de estudantes, contudo os resultados das respostas para as oito perguntas foram mais padronizados, com uma maior quantidade de retorno (conforme pode ser observado no gráfico da Figura 5). Observamos um menor interesse ou interação com o software em relação aos modelos físicos por parte dos estudantes. Dos seis grupos de estudantes, apenas 16,67% dos grupos não conseguiu responder todas as questões (Apêndice D), mas ainda assim responderam 50% das perguntas. Já os outros 83,33% dos grupos responderam quase todas as questões contidas nos cards.

Dentre a análise dos dados coletados, concluímos que todos os resultados mostram que os estudantes foram habilidosos em apresentar qual forma geométrica (hexágono) foi gerada pelas múltiplas interações entre as moléculas de água. Os grupos, com uma única exceção, similarmente alcançaram a resposta correta para qual a polaridade da molécula de água (polar), identificando corretamente quais eram cada uma das esferas representadas no software (hidrogênio e oxigênio), por conseguinte distinguindo também quais átomos eram capazes de interagir com quais átomos para formar o hexágono, devido à polaridade da molécula de água. A partir desse ponto o grupo que respondeu metade das perguntas não apresentou mais respostas, talvez em razão de terem gastando bastante tempo também ao utilizarem e mexerem nas funções do Mercury, gerando a falta de tempo para responderem todas as perguntas. Neste viés, os outros cinco grupos foram capazes de dizer corretamente que as moléculas de água realizavam interação do tipo ligação de hidrogênio, e a água líquida possui diferença de densidade em relação ao gelo devido aos espaços vazios gerados pela formação dos hexágonos. Sendo corretos em avaliar que a ligação de hidrogênio acontecem entre hidrogênio e elementos químicos muito eletro negativos, tais como flúor,

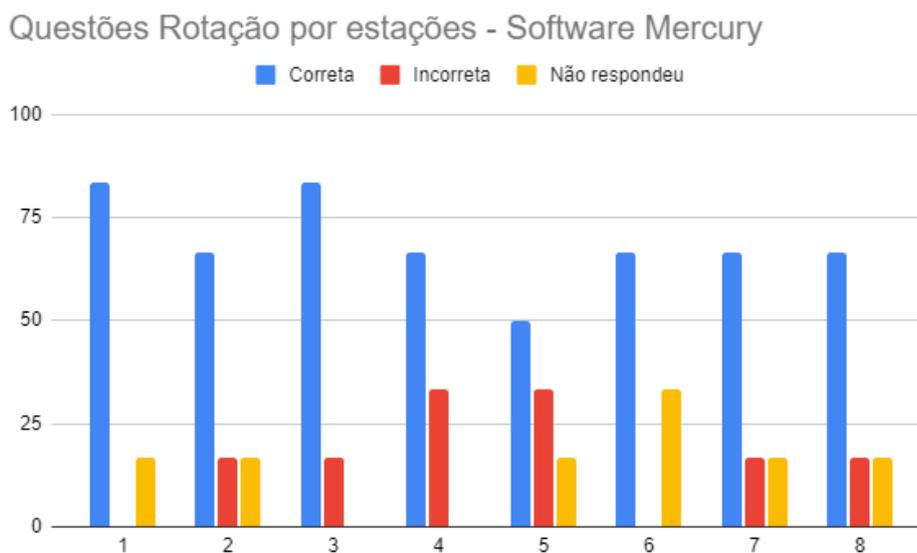


Figura 5 – Resultado da apuração e análise das respostas consolidadas através da metodologia de rotação por estações - Software Mercury. Para todas as oito perguntas contidas na estação.

oxigênio e nitrogênio (H - F, O, N como descrito pelos estudantes).

Os recursos tecnológicos desempenham um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem e representam uma alternativa valiosa para superar o tradicionalismo nas salas de aula, onde a exposição oral de conteúdos e o uso de livros didáticos eram predominantes. Isso se deve ao potencial das tecnologias para estimular o engajamento dos alunos durante as aulas, incentivando sua participação ativa. Isso foi fortemente observado para o uso do software Mercury para o ensino das interações intermoleculares, especialmente as ligações de hidrogênio. Além disso, essas ferramentas proporcionam a construção da aprendizagem por meio de materiais interativos que facilitam a compreensão dos conteúdos estudados (Cardoso, 2016).

5.2.5 Encontro 2 - Questionário Final

Para finalizar essas análises vamos discutir os dados e resultados obtidos após a excussão da metodologia rotação por estações. Ao final dessa abordagem foi aplicado o questionário final contido no Apêndice B, para verificação dos conhecimentos dos estudantes e comparação com os resultados obtidos no primeiro encontro. A composição do questionário se fundamenta também em dois tipos de perguntas, as de caráter discursivo (abertas) e de múltiplas escolhas (objetivas), levando considerando os pontos positivos e negativos de cada uma para a análise e discussão dos dados coletados.

Ressaltamos que como a quantidade de alunos participantes do segundo momento foi menor, a coleta dos dados e discussão dos resultados obtidos pode ter sofrido influências,

gerando variações nas comparações entre os diferentes questionários.

5.2.5.1 Perguntas Abertas - Questionário Final

Durante o segundo encontro constatou-se que 100% dos participantes responderam o questionário Final. Neste sentido, ao observarmos as respostas obtidas na primeira pergunta do questionário final, obteve-se que 47,37% alunos não responderam, quando comparamos com o questionário inicial apenas 15,62% não responderam. Essa falta de resultados pode ser em fator da pressa dos alunos para terminarem o questionário e irem para o momento de recreação, gerando menor quantidade e precisão no nível de detalhe das respostas, quando comparamos as respostas obtidas pelo questionário inicial. Dentre os estudantes que responderam, destacam-se as respostas mais comuns para a primeira pergunta aberta (Quadro 3).

Quadro 3 – Resultado da apuração e seleção das respostas mais recorrentes para a Questão Aberta 1 do questionário final.

Descreva de maneira resumida o que você entende por interações intermoleculares?	
Exemplo de respostas	Estudante
"Interações acontecem apenas com moléculas, o que torna-as diferentes de ligações químicas."	X1
"Forma que as moléculas interagem entre si"	X2
"São as interações das moléculas entre si"	X3
"São as interações que podem ser definidas devido a polaridade de cada átomo."	X4
"São as ligações entre moléculas"	X5
"Uma possível ligação que pode ocorrer entre as moléculas, por exemplo quantas ligações pode ocorrerem em cada molécula e o porque isso ocorre."	X6
"Quando são iguais elas se unem e diferentes se repelem."	X7

Quando comparamos as respostas obtidas nos questionários Inicial e Final, tornou-se evidente que as respostas apresentadas no último estavam menos elaboradas quando comparadas ao primeiro. Ainda, reconheceu-se uma divisão muito clara entre os estudantes que conseguiram diferenciar as interações químicas das ligações químicas. Ao observar com as respostas dos estudantes X1, X2 e X3, denota-se que essas de modo global foram as mais recorrentes e cumpriram com os objetivos das possíveis respostas a serem obtidas por essa indagação. Contudo, podemos afirmar que com base nas repostas outras respostas recebidas que alguns dos estudantes, ainda que não a maioria, continuaram com dificuldade na diferenciação de uma ligação química e uma interação intermolecular (como pode ser observado nas respostas X5 e X6), resultados esses condizentes aos estudos descritos e discutidos por Junqueira (2017). A resposta do estudante X7, por outro lado, fugiu completamente da temática da pergunta, estando mais próxima a possíveis respostas para

as perguntas contidas no Apêndice C, mas demonstra que alguns estudantes conseguiram compreender de maneira mais tangível a forças de atração e repulsão entre as moléculas.

Contudo, constatou-se posteriormente a utilização da metodologia de rotação por estações, os estudantes apresentaram uma evolução na capacidade de visualizar as moléculas no espaço e em projeções de duas (2D) e três dimensões (3D). Juntamente com a habilidade de avaliar quais tipos de interações podem ocorrer entre diferentes tipos de moléculas, avaliando aspectos como a polaridade das moléculas e átomos que constituíntes.

Em relação à segunda pergunta do questionário (**Quais são os tipos de interações que existem?**) observou-se maior dificuldade dos alunos em responder à pergunta em questão. Dos participantes 73,64% apresentaram respostas adequadas, com apenas 10,53% respondendo de forma equivocada e os 15,83% restantes não solucionaram a pergunta.

Da mesma forma que no primeiro questionário, dentre as respostas destaca-se que grande maioria dos estudantes colocaram os tipos de interação por ordem de força (ligação de hidrogênio, dipolo permanente-dipolo permanente, dipolo induzido-dipolo induzido ou vice-versa), entretanto apenas 5,26% dos estudantes citaram a interação do tipo íon-dipolo como correta. Esses dados podem estar relacionados a falta de feedbacks em relação essa interação, por decorrência de sua ausência na metodologia trabalhada.

Todavia, entre as argumentações restantes, não foram apresentados nenhum resultado que contradiga os objetivos propostos por esse trabalho, pois foram inexistentes resoluções que abordassem as ligações Químicas (covalente, metálica e iônica) como se fossem interações. Apesar disso, as outras 15,83% das respostas restantes estavam apenas incompletas contendo até dois tipos de interações, mas corretas. Dados esses, que comprovam a eficácia da utilização de metodologias ativas e tecnologias educacionais no ensino de Química, por romper com as dificuldades dos estudantes para com o conteúdo, gerando maior participação ativa dos estudantes em suas próprias aprendizagens.

Em relação à terceira e última pergunta aberta, com base nas repostas, observou-se que 57,9% dos estudantes responderam o exercício proposto, apesar da menor quantidade de participantes no segundo momento, a quantidade de resoluções para essa questão foi maior que no questionário inicial, que contou com apenas 31,25% de respostas. Possivelmente, a maior quantidade de respostas seja reflexo do maior comprometimento dos estudantes em estudar esse conteúdo em momentos que vão além do ambiente da sala de aula.

As respostas obtidas no segundo questionário são amplamente similares as do questionário inicial, também estando muito próximas do desejado. Porém, dentre essas, cada um dos constituintes da pesquisa abordou uma questão diferente em relação à maneira de como poderiam responder essa pergunta, gerando ótimos resultados. Visto que as respostas, mesmo que conceitualmente erradas ou incompletas, refletem certo nível de aprendizagem e compreensão em relação ao conteúdo. Pois quando comparadas as

obtidas no primeiro questionário demonstram-se mais bem-conceituadas e mais próximas do correto, como pode ser observado nas respostas dos estudantes X8 a X12, com a resposta do estudante X8 sendo a mais recorrente entre todas as soluções coletadas. Dentre algumas destas respostas recebidas destacamos as contidas no Quadro 4.

Quadro 4 – Resultado da apuração e seleção das respostas mais recorrentes para a Questão Aberta 3 do questionário final.

As mudanças de estado físico das substâncias, estão associadas às forças intermoleculares, das quais possuem diferentes quantidades de energia. Descreva como as interações afetam as propriedades físicas, ponto de fusão e ponto de ebulição	
Exemplo de respostas	Estudante
"Quanto mais forte for a interação entre as moléculas, mais elevado será o P.E e P.F"	X8
"São afetadas devido a intensidade e a mais forte é a ligação de hidrogênio"	X9
"Quanto maior a energia, maior será os pontos de fusão e ebulição"	X10
"Pode afetar a densidade e os pontos de fusão e ebulição"	X11
"Interfere por conta das ligações de hidrogênio possuem os maiores P.E e P.F."	X12

5.2.5.2 Perguntas Objetivas - Questionário Final

Destaca-se que as escolhas das questões objetivas do questionário final foi realizada pensando-se na capacidade dos estudantes em distinguir quais tipos de interações intermoleculares acontecem em diferentes moléculas. Tendo em consideração que as estações trabalhadas com os estudantes possuíam justamente esse intuito, ressoando também a capacidade dos participantes em distinguir interações químicas de ligações químicas e suas capacidade de visualizarem as moléculas em diferentes planos espaciais. Dentre todos os dados coletados, quantificamos os resultados em um único gráfico (Figura 6).

Neste sentido vamos começar análise discutindo a questão quatro do Apêndice B. Dentre as resoluções obtidas, 63,16% dos estudantes identificaram corretamente que as ligações de hidrogênio são o tipo de interação intermolecular mais forte, gerando os elevados pontos de fusão e de ebulição das moléculas citadas. Dentre as outras respostas, 36,84% estavam erradas, apontando que as ligações iônicas correspondiam a uma resolução adequada para a indagação, demonstrando que grande maioria dos estudantes conseguiram se lembrar da diferenciação entre interações químicas e ligações químicas. Explana-se que nenhum dos respondentes deixaram de apresentar uma resposta.

Ademais, para a quinta questão do questionário final, resultou-se em um total de 42,10% de acertos contra 53,90% de erros. Dentre os estudantes que escolheram opções erradas, a alternativa mais escolhida foi a "D", destacando a dificuldade na capacidade de alguns em avaliar aspectos como a eletronegatividade dos átomos que compõem as moléculas descritas, polaridade e tipo de interações que essas podem realizar.

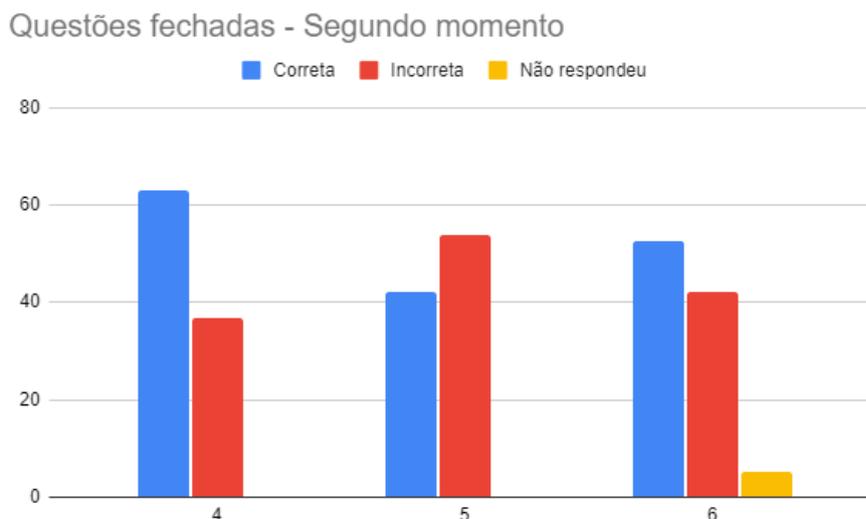


Figura 6 – Resultado da apuração das respostas obtidas para as questões objetivas quatro, cinco e seis do questionário Final.

A maioria dos equívocos dos estudantes estavam voltados a suas capacidades de avaliar a fusão do cloreto de potássio e Sublimação do gelo seco. Talvez os mesmos não tenham notado que o enunciado pedia uma explicação sobre as mudanças de estado físico das substâncias em relação às forças intermoleculares. Assim, com exceção da fusão do ferro (ligação metálica, opção da qual todos acertaram) e fusão do cloreto de potássio (ligação iônica) todas as alternativas deveriam descrever apenas interações intermoleculares e não ligações químicas. Como a questão apresentava níveis de dificuldade elevados, fica evidente que mesmo que alguns participantes tenham errado, apresentaram êxito em diferenciar as interações intermoleculares das ligações químicas devido à alternativa que escolheram.

Por fim, para a última questão (sexta questão), também obteve-se respostas bastante variadas, porém com os acertos superiores aos erros. Dos resultados analisados, apenas 5,26% não responderam, do restante, 52,63% acertaram (marcando a opção D - I, III e IV.) e as demais respostas estavam erradas. A principal dificuldade foi em identificar que a água não interage com moléculas apolares. A questão referida foi escolhida porque todas as três estações durante a rotação por estações trabalhavam com observações e discussões em relação a moléculas de água e suas propriedades, assim esperava-se avaliar a capacidade de aprendizagem dos estudantes em relação a essa temática.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos por meio da aplicação de questionários e diferentes metodologias, inicialmente constatou-se que uma parte dos estudantes participou ativamente durante a abordagem teórica do conteúdo, envolvendo-se em questionamentos e respondendo às perguntas direcionadas. No entanto, uma pequena parcela, embora numericamente inferior, demonstrou menor participação, possivelmente atribuída ao desinteresse pelo tema.

É importante salientar que os recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem emergem como uma alternativa para transcender o tradicionalismo, caracterizado pela exposição oral de conteúdos e/ou uso de livros didáticos. Ao se tornar uma luz para superar desafios e barreiras inerentes ao próprio processo de ensino-aprendizagem, a introdução de recursos tecnológicos, como simulações, softwares interativos e modelos tridimensionais, proporciona aos estudantes uma experiência mais dinâmica e visual, contribuindo para a compreensão conceitual e a aplicação prática dos conhecimentos químicos.

Adicionalmente, a utilização dessas ferramentas favorece a contextualização dos conteúdos, aproximando o aprendizado da realidade dos estudantes e promovendo maior engajamento. No entanto, é essencial adotar uma abordagem equilibrada, integrando as metodologias de maneira complementar às estratégias pedagógicas tradicionais, a fim de potencializar ainda mais o processo de ensino-aprendizagem em Química.

Após a implementação da metodologia de rotação por estações, observou-se uma evolução na capacidade dos estudantes em visualizar moléculas no espaço, em projeções de duas e três dimensões, e na habilidade de avaliar as interações entre diferentes tipos de moléculas, considerando a polaridade das moléculas e dos átomos constituintes. Na terceira estação, que envolveu o uso do software Mercury na área de Cristalografia, a maioria dos grupos identificou corretamente as moléculas de água e suas interações por ligação de hidrogênio. Isso destaca a importância dos recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem, superando abordagens tradicionais.

Na estação dedicada às Moléculas Físicas, os estudantes conseguiram identificar a polaridade das moléculas, relacionando-a às forças de atração e repulsão. Essa habilidade permitiu-lhes reconhecer os tipos de interações intermoleculares representadas pelos modelos, indicando compreensão e abstração dos conteúdos previamente abordados. As principais dificuldades estiveram associadas à identificação dos átomos representados nas estruturas e às moléculas correspondentes. Além disso, houve algumas ressalvas em relação à elevada ludicidade, sugerindo a possibilidade de produção de modelos mais resistentes mecanicamente e melhor elaborados em futuras melhorias do trabalho. Importante notar

que, em etapas futuras, já estão em desenvolvimento moléculas construídas com base em polímeros via impressão 3D.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Paulo Nunes. **Educação lúdica: técnicas e jogos pedagógicos**. 11^a edição: Novembro de 2003. Edições Loyola. São Paulo. Brasil. 1974.

ARAÚJO, Ives, ESPINOSA, Tobias, MILLER, Kelly, MAZUR, Eric. **Innovation in the teaching of introductory physics in higher education: the Applied Physics 50 course at Harvard University**. Rev. Bras. Ensino Fís., v. 23, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0222>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

ATKINS, Petter.; de Paula, Julio. **Physical Chemistry**. 11th ed. Oxford University Press, 2017.

BABBIE, Earl. The Practice of Social Research. Cengage Learning, 2014. BARBOSA, Eduardo Fernandes, de MOURA, Dácio Guimarães. **Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica**. B. Tec. Senac, v. 39, n.2, p. 48-67, 2013. Disponível em:<<https://www.bts.senac.br/bts/article/view/349/333>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

BOGDAN, Robert, BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação – uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BLIKSTEIN, Paulo. **O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional**. Stanford University, 2010. Disponível em: <http://www.blikstein.com/paulo/documents/books/Blikstein-Brasil_pode_ser_lider_mundial_e_educacao.pdf> .Acessoem : 10mar.2023.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/l9394.htm>> .Acessoem : 11abr.2023.

BRASIL. **Lei n 13.005, de 25 de junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 25 de junho de 2014. Disponível em:<<https://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. 2017. Disponível em: <http://base.nacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_10518_versao_final_site.pdf> . Acesso em : 11abr.2023.

CARDOSO, Ana Carolina Simões. **Pro-tecnologia: uma abordagem de formação inicial GILbede professores para o uso das tecnologias digitais**. Educação Formação, v. 1, n. 3, p. 50-70, 2016. Disponível em: <<https://revistas.uece.br/index.php/redufor/article/view/113>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

CHANG, Raymond. **Química Geral: Teoria e Aplicações**. 10^a ed. McGraw-Hill, 2010.

CONCEIÇÃO, Ana Paula Silva. **O lúdico no currículo da educação infantil : debates e proposições contemporâneos**. Salvador,2004. 103 f.

CUNHA, Paulo. **A pandemia e os impactos irreversíveis na Educação**. 2020. Disponível em:<<https://revistaeducacao.com.br/2020/04/15/pandemia-educacao-impactos/>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

ENGEL, Thomas.; Reid, Philip. **Physical Chemistry**. 3rd ed. Pearson, 2013.

FERNANDEZ, Carmen, MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. **Concepções dos estudantes sobre ligação química**. Química Nova na Escola, v. 24, p. 20-24, 2006.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3 ed, Porto Alegre: Artmed, 2009.

FOWLER JR., Floyd. J. **Survey research methods**. Los Angeles, Sage publications, 2013.

FREIRE, Paulo. Entrevista concedida à repórter Amália Rocha da TV Cultura, 1993.

FREIRE, Paulo. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

GILBERT, John. K . **Chemical Education: Towards Research-based Practice**.

Kluwer Academic Publishers, The Association for Science Education, v. 17, 2002.

JUNQUEIRA, Marianna Meirelles. **Um estudo sobre o tema interações intermoleculares no contexto da disciplina de química geral: a necessidade da superação de uma abordagem classificatória para uma abordagem molecular.** Tese Doutorado em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-05072018-145554/publico/Marianna_Meirelles_Junqueira.pdf> .Acesso em : 11abr.2023.

KROEFF, Renata Fischer da Silveira, GAVILLON, Póti Quartiero, RAMM, Laís Vargas. **Diário de Campo e a Relação do(a) Pesquisador(a) com o Campo-Tema na Pesquisa-Intervenção.** PEPISC, Estud. pesquis. psicol., v. 20, 2020. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttextpid=S1808-42812020000200005> .Acesso em : 13abr.2023.

MACRAE, Clare, SOVAGO, Ioana, COTTRELL, Simon, GALEK, Peter, McCABE, Patrick, PIDCOCK, Elna, PLATINGS, Michael, SHIELDS, Greg, STEVENS, Joanna, TOWLER, Matthew, WOOD, Peter. **Mercury 4.0: from visualization to analysis, design and prediction.** J. Appl. Cryst., v. 53, p. 226-235, 2020.

HARTMANN, Andressa, MARONN, Tainá, SANTOS, Eliane. **A Importância da aula expositiva Dialogada no Ensino de Ciências e Biologia.** In: Anais II Encontro de Debates sobre Trabalho, Educação e Currículo Integrado, v. 1, n. 1, 2019. Disponível em:<<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/enteci/article/view/11554/10244>> Acesso em: 13 abr. 2023.

MATTAR, Fauze. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise.** 2a. ed. São Paulo: ATLAS, 1994.

MELO, Ediclécia Sousa de. **O uso de GIF como recurso didático no ensino de língua portuguesa para surdos.** 2020 - 24 p. Artigo (Especialização em Língua Portuguesa como 2ª língua para surdos) - IFPB.

MEDEIROS, Maria da Vitória Araújo; EMERICH, Verônica Evangelista de Lima; SILVA, Izabelle de Assis; PIMENTEL, Edilane Laranjeira. **O Ensino de Química no Contexto da Pandemia de COVID-19: Desafios e Percepções de Estudantes Universitários.** Conedu, v. 3, p. 196 - 219, 2021.

MEYERS, Chet; JONES, Thomas B. **Promovendo a Aprendizagem ativa: Estratégias para salas de aula de faculdades.** San Francisco: Jossey Bass, 1993.

MIOLLA, Gabriéli Tainá. **Animações em gif como ferramenta didática para o ensino de zoologia.** 2017. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

MIRANDA, Ana Carolina Gomes. **Transição Progressiva dos modelos explicativos de estudantes do nível médio sobre Forças Intermoleculares.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

MÓL, Gerson. **Pesquisa qualitativa em ensino de química.** Revista Pesquisa Qualitativa, v. 5, n. 9, p. 495-513, 2017. Disponível em: <<https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/140>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

NAKHLEH, Mary. **Why some students don't learn Chemistry? - Chemical Misconceptions.** Journal of Chemical Education, v. 69, p. 191-196, 1992.

NASCIMENTO, Francisco Jeovane do.; CASTRO, Eliziane Rocha.; GOMES, Neiva Daiane Cordeiro. **Educação à distância: possibilidades e desafios na formação continuada de professores.** In: Anais do Encontro Virtual de documentação e Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online, v. 6, n. 1, 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais_linguagem_tecnologia/article/view/12123>. Acesso em 13 abr. 2023.

OLIVEIRA, Tarcísio Dorn de.; BEIER, Alifer Andrei Veber. **Metodologias ativas: um desafio para as áreas de ciências aplicadas e engenharias.** In: Seminário Internacional de Educação de Cruz Alta - RS, v.05, n. 01, 2017.

PACHECO, Rafael Scheffer; ROCHA, João Bernardes Filho; LAHM, Regis Alexandre. **Aprendizagem colaborativa desenvolvida em ambientes virtuais.** TEAR – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, v. 8, n. 2, p. 1-16, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.35819/tear.v8.n2.a3544>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

PEIXOTO, Joana; ARAÚJO, Cláudia Helena dos Santos. **Tecnologia e Educação: algumas considerações sobre o discurso pedagógico contemporâneo.** Educ.

Soc., v. 33, n. 118, p. 253-268, 2012. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/es/a/fKjYHb7qD8nK4MWQZFchr6K/format=pdflang=pt>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

PRINCE, Michael. **O aprendizado ativo funciona? Uma revisão da Pesquisa.** *Jornal de Educação em Engenharia*, v. 93, p. 223-231, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

QUINTILHANO, Silvana Rodrigues; TONDATO, Rogerio, BARRETO, Mayara Rubio. **Aplicação da metodologia ativa rotação por estações na Engenharia: uma prática de ensino híbrido.** *Revista Transmutare*, Curitiba, v. 6, p. 1-22, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rtr/article/view/11899>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

ROCHA, Willian R. **Interações Intermoleculares.** *Cadernos temáticos de Química Nova na Escola*. n. 4, p. 31-36, 2001. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/04/interac.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

SANTOS, Mayara de Carvalho; ALMEIDA, Larissa Rocha. **O Ensino Contextualizado de Interações Intermoleculares a partir da Temática dos Adoçantes.** *Ciência Educação*, v. 26, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1516-731320200028>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

SANTOS, Dejanete dos; GUIMARÃES, Orliney Maciel. **Abordagem por projeto no Ensino de Química: Um relato de experiência em uma escola pública de Antonina-PR, 2008.** Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1762-8.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

SASSAKI, Claudio. **Para uma aula diferente, aposte na Rotação por Estações de Aprendizagem.** *NOVA ESCOLA*, 21 de Outubro, 2016. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/3352/blog-aula-diferente-rotacao-estacoes-de-aprendizagem>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

SCHMIDT, Hans Jürgen; KAUFMANN, Birgit; TREAGUST, David F. **Students' understanding of boiling points and intermolecular forces.** *Chemistry Education*

Research and Practice, v. 10, p. 265-272, 2009.

SIQUEIRA, Rafael Moreira; SANTOS, Hállica Ramos. **Perspectivas curriculares a partir do ENEM e da BNCC: uma análise por meio de questões de química do ENEM dos anos 2018 e 2019.** ACTIO: Docência em Ciência, v. 6, n. 2, p. 1-25, 2021. Disponível em:

<<https://revistas.utfpr.edu.br/actio/article/download/12874/8478>><https://revistas.utfpr.edu.br/actio/article/download/12874/8478>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

TAVARES, Mari Inez; BORTOLAI, Michele Marcelo Silva; MOURA, Rogério Garcez de Moura; REZENDE, Daisy de Brito. **O despertar para a docência: relatos de alunos de estágio supervisionado em química.** ReLAPEQ, v. 5, n. 2, 2021.

Disponível em: <<https://revistas.unila.edu.br/eqpv/article/download/2916/2801>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

VALENTE, José Armando. **Blended learning e as mudanças no Ensino Superior: a proposta da sala de aula invertida.** Educar em Revista, n. 4, p. 79-97, 2014.

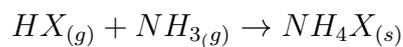
ZALUSKI, Felipe Cavalheiro, de OLIVEIRA, Tarcisio Dorn. **Metodologias ativas: uma reflexão teórica sobre o processo de ensino e aprendizagem.** In: Anais do Congresso Internacional de Educação e Tecnologias e Encontro de Pesquisadores de Educação a Distância. 2018. Disponível em: <<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/download/556/79/>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

Apêndices

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL

1. Descreva de maneira resumida o que você entende por interações intermoleculares?
2. Quais são os tipos de interações que existem?
3. As mudanças de estado físico das substâncias, estão associadas às forças intermoleculares, das quais possuem diferentes quantidades de energia. Descreva como as interações afetam as propriedades físicas, ponto de fusão e ponto de ebulição.
4. (FURG-RS) É possível fazer flutuar uma fina agulha de costura manual num copo d'água. Então é correto afirmar que:
 - a) As moléculas da água são mais pesadas que os átomos do metal.
 - b) As forças que atuam na interface água-agulha são as ligações de hidrogênio.
 - c) As moléculas da agulha são maiores que as moléculas da água (“efeito peneira”).
 - d) As forças intermoleculares na superfície da água impedem o afundamento da agulha.
 - e) A agulha é mais leve que a água, pois sua densidade é menor.
5. (UFPI) Estudos recentes indicam que lagartixas podem andar pelo teto e em superfícies lisas utilizando forças intermoleculares entre as superfícies e os filamentos microscópicos que tem nos pés (meio milhão em cada pé). Assinale o tipo de interação correspondente neste caso:
 - a) Iônica.
 - b) Metálica.
 - c) Covalente.
 - d) Van der Waals.
 - e) Nuclear.
6. (ENEM-2017) Partículas microscópicas existentes na atmosfera funcionam como núcleos de condensação de vapor de água que, sob condições adequadas de temperatura e pressão, propiciam a formação das nuvens e conseqüentemente das chuvas. No ar atmosférico, tais partículas são formadas pela reação de ácidos (HX com a base

NH_3 , de forma natural ou antropogênica, dando origem a sais de amônio NH_4X), de acordo com a equação química genérica:



FELIX, E. P.; CARDOSO, A. A. Fatores ambientais que afetam a precipitação úmida. Química Nova na Escola, n. 21, maio 2005 (adaptado).

A fixação de moléculas de vapor de água pelos núcleos de condensação ocorre por:

- a) Ligações iônicas.
- b) Interações dipolo-dipolo.
- c) Interações dipolo-dipolo induzido.
- d) Interações íon-dipolo.
- e) Ligações covalentes.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL

1. Descreva de maneira resumida o que você entende por interações intermoleculares.
2. Quais são os tipos de interações que existem?
3. As mudanças de estado físico das substâncias, estão associadas às forças intermoleculares, das quais possuem diferentes quantidades de energia. Descreva como as interações afetam as propriedades físicas, ponto de fusão e ponto de ebulição.
4. (Fameca-SP) Compostos HF, NH_3 e H_2O apresentam elevados pontos de fusão e de ebulição quando comparados a H_2S e HCl, por exemplo, devido:
 - a) às forças de van der Waals;
 - b) às forças de London;
 - c) às ligações de hidrogênio;
 - d) às interações eletrostáticas;
 - e) às ligações iônicas.
5. (Adaptada de UFPB) As mudanças de estado físico das substâncias estão associadas às forças intermoleculares. Neste contexto, analise os processos abaixo:
 - I. Fusão do ferro.
 - II. Evaporação da água.
 - III. Fusão do cloreto de potássio (KCl).
 - IV. Sublimação do gelo seco ($CO_2(s)$).

É correto afirmar que os processos I, II, III e IV ocorrem, respectivamente, pelo rompimento de:

 - a) ligação metálica, ligações de hidrogênio, ligação iônica, dipolo induzido-dipolo induzido.
 - b) ligação covalente, dipolo-dipolo, ligação iônica, dipolo dipolo.
 - c) ligação metálica, ligação covalente, ligação iônica, dipolo instantâneo-dipolo induzido.
 - d) ligação metálica, ligações de hidrogênio, dipolo-dipolo, ligação covalente.
 - e) dipolo instantâneo-dipolo induzido, ligações de hidrogênio, ligação iônica, dipolo instantâneo-dipolo induzido.

6. (Adaptada de ITA-SP) A água é uma substância de importância insubstituível, por permitir a manutenção da vida no planeta Terra. No que se refere às propriedades singulares da água, considere estas afirmações:

- I. A molécula de água apresenta ligações covalentes.
- II. A água pode solubilizar pequeníssimas quantidades de substâncias apolares.
- III. A molécula de água possui geometria angular.
- IV. A molécula de água é capaz de formar ligações de hidrogênio.

Das afirmações relacionadas, estão corretas:

- a) apenas I e II.
- b) apenas II, III e V.
- c) apenas I, II e IV.
- d) apenas I, III e IV.
- e) todas são corretas

APÊNDICE C – CARDS - ESTAÇÃO MOLÉCULAS FÍSICAS

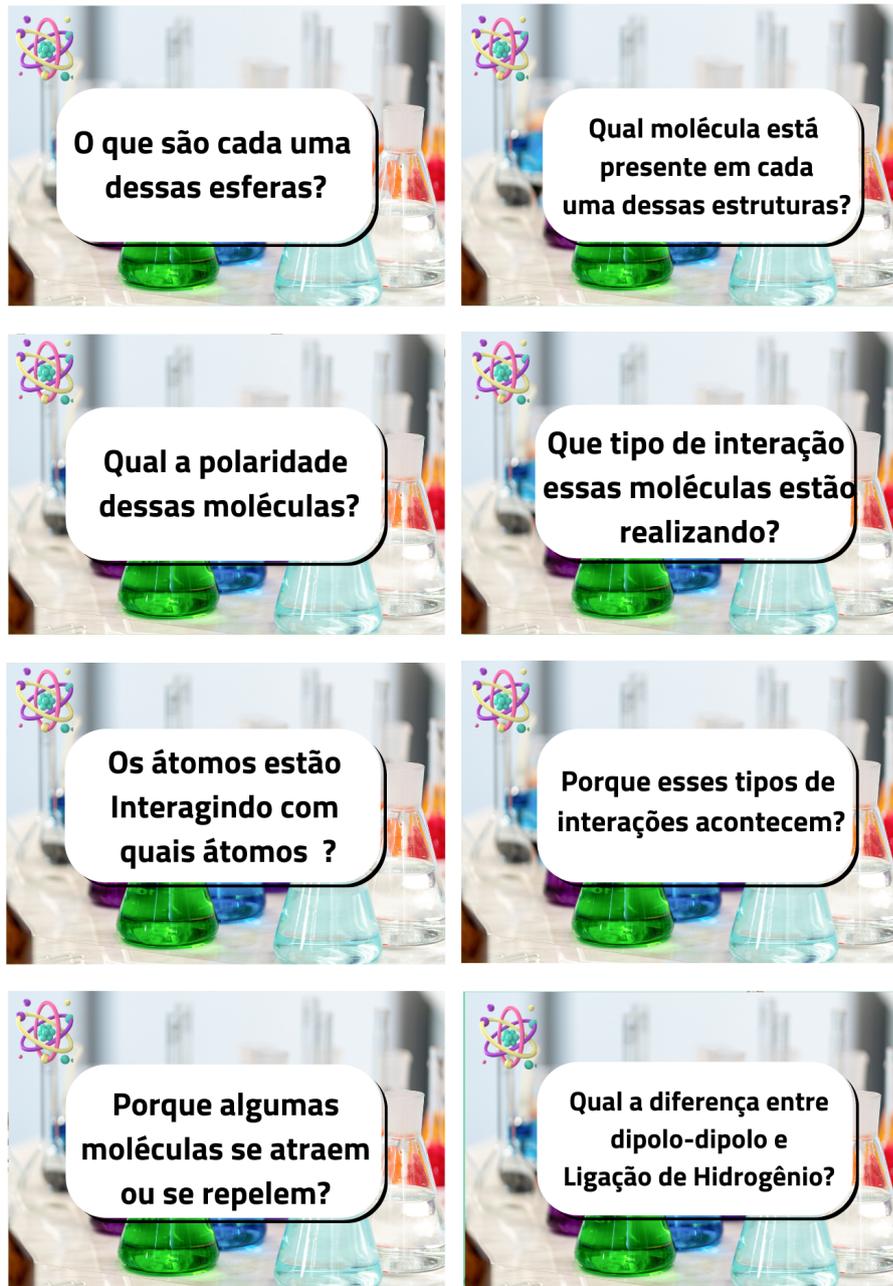


Figura 7 – Cards com as questões abertas utilizados na metodologia de rotação por estações na estação de moléculas físicas.

APÊNDICE D – CARDS - ESTAÇÃO DO MERCURY

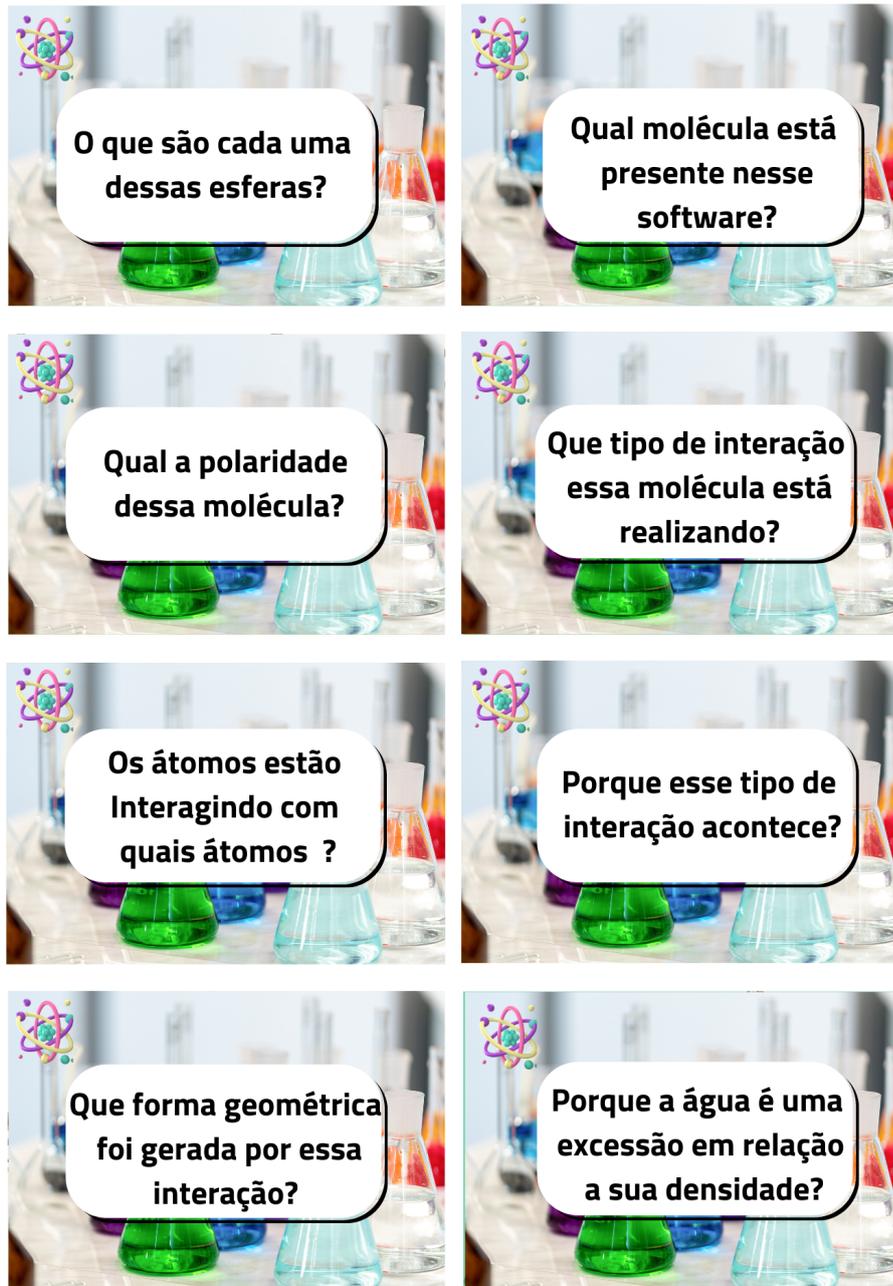


Figura 8 – Cards com as questões abertas utilizados na metodologia de rotação por estações na estação do software Mercury.