



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÂNICA E INORGÂNICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

LUIZ FELIPE COSTA ALVES

**EXPERIMENTO DE RECRISTALIZAÇÃO: UMA ABORDAGEM SOBRE
LIGAÇÕES QUÍMICAS UTILIZANDO O CICLO DE KOLB NO ENSINO MÉDIO**

FORTALEZA
2025

LUIZ FELIPE COSTA ALVES

EXPERIMENTO DE RECRISTALIZAÇÃO: UMA ABORDAGEM SOBRE LIGAÇÕES
QUÍMICAS UTILIZANDO O CICLO DE KOLB NO ENSINO DE MÉDIO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Química no Centro de
Ciências da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do grau de
Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Pierre Basílio Almeida
Fechine.

FORTALEZA

2025

LUIZ FELIPE COSTA ALVES

EXPERIMENTO DE RECRISTALIZAÇÃO: UMA ABORDAGEM SOBRE LIGAÇÕES
QUÍMICAS UTILIZANDO O CICLO DE KOLB NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Química no Centro de
Ciências da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do grau de
Licenciado em Química.

Aprovada em: 08/07/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pierre Basílio Almeida Fechine (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Davino Machado Andrade Neto
Instituto Federal de Educação (IFCE)

Prof. Dra. Nágila Maria Pontes Silva Ricardo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, Luciene Costa, dedico em primeiro lugar meus agradecimentos pelo apoio incondicional, por ter estado sempre ao meu lado nos momentos difíceis e por ter contribuído de forma fundamental na formação do meu caráter.

À minha família, presença pela constante e pelos momentos de alegria que proporcionam mesmo nas horas mais exaustivas de estudo. Em especial, à minha avó Maria das Graças, pelo carinho e afeição dedicados ao longo de todos esses anos.

Aos meus colegas de turma Francisco Hermeson, Francisco Marlon, José Evandro, Maria Victória, Herverton da Silva, Geovana Monteiro, Francisco Rhuan, Marisa Santiago, Leonardo Braga, Monique Kelly, Matheus Gutenberg e Jhonhwilson Menezes pela amizade sincera e pelo companheirismo construídos desde o primeiro semestre da graduação.

Aos amigos que conheceram ao longo da minha trajetória na UFC, por compartilharem comigo laços de cumplicidade e apoio. Dedico um agradecimento especial a Anna Beatriz, Andressa Rebeca, Daniel Santos, Nicholas Oliveira, Iago Gabriel, João Vitor, Elisson Miqueias, Hemerson Carvalho e Ana Paula.

Aos meus queridos amigos Mayra Alexandra e Juan Símon, pela paciência, pelo conhecimento compartilhado e pelo apoio durante minha iniciação científica no Departamento de Física.

A todos os demais amigos do Departamento de Física, pela colhida e pelas trocas enriquecedoras.

Ao professor Dr. Alejandro Pedro Ayala, por me acolher com generosidade em seu grupo de pesquisa e por suas orientações valiosas.

Ao meu grupo de pesquisa GQMAT, pelo incentivo constante, pela convivência respeitosa e pelo ambiente colaborativo que tanto contribuiu para meu crescimento acadêmico.

Ao meu orientador, professor Pierre Basílio Almeida Fechine, pela imensa paciência, pela dedicação e pelo cuidado com que me orientou, especialmente nessa reta final tão desafiadora. Sua confiança foi essencial para a conclusão deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora Prof. Dr. Pierre Basílio Almeida Fechine, Prof. Dra. Nágila Maria Pontes Silva Ricardo pela disponibilidade em participar deste momento e pelo apoio prestado ao longo dessa jornada.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), pela estrutura de excelência e pelas inúmeras oportunidades oferecidas, que foram fundamentais para minha formação como profissional na área de Química.

“A ligação química é o conceito mais importante da Química.” (Linus Pauling, 1992, p. 521).

RESUMO

Atualmente, o modelo de ensino tradicional de Química, amplamente adotado nas escolas brasileiras de Ensino Médio, prejudica a aprendizagem dos alunos, pois se baseia na reprodução de conceitos e na memorização de ideias abstratas. Contudo, a abordagem baseada em experimentação surge como uma proposta didática que integra os conhecimentos teóricos e práticos, tornando a aprendizagem mais dinâmica e significativa. Este trabalho teve como objetivo principal avaliar a eficácia da aprendizagem do conteúdo de Ligações Químicas em uma turma de 1º anos do Ensino Médio, do curso técnico em Química, por meio de uma prática experimental de recristalização estruturada com base no Ciclo de Kolb. Este ciclo é composto por quatro etapas: experiência concreta, observação reflexiva, conceitualização e aplicação. As atividades foram desenvolvidas em três encontros e teve como foco a formação de cristais iônicos e covalentes, bem como a visualização das estruturas cristalinas formadas. A metodologia foi iniciada com a aplicação do questionário inicial e uma discussão introdutória sobre ligações químicas, utilizando minerais fornecidos pela escola. Após a discussão, foi realizada aula sobre conteúdo teórico de Ligações Químicas. No segundo encontro, ocorreu a execução do experimento de recristalização utilizando sulfato de cobre, cloreto de sódio, cloreto de potássio e ácido salicílico. Já no terceiro encontro, os cristais formados foram observados no laboratório; em seguida, suas estruturas cristalinas foram apresentadas para a turma e a aplicação do questionário final finalizou o encontro. O questionário inicial revelou que 34,04% de 43 alunos possuíam bom conhecimento sobre Ligações Químicas. Após a aplicação da metodologia experimental, no segundo encontro, verificou-se que, 51% avaliaram seu conhecimento como bom ou muito bom. Os dados coletados evidenciaram que a utilização da prática experimental contribuiu para o aumento do nível de compreensão dos discentes sobre o conteúdo. Portanto, pode-se concluir que a proposta didática adotada foi eficaz, contribuindo para tornar a aprendizagem do conteúdo de Ligações Químicas dinâmica.

Palavras-chave: Conceitualização; Ligação Química; Cristal

ABSTRACT

Currently, the traditional chemistry teaching model, widely adopted in Brazilian high schools, hinders student learning because it is based on the reproduction of concepts and the memorization of abstract ideas. However, the experiment-based approach emerges as a teaching proposal that integrates theoretical and practical knowledge, making learning more dynamic and meaningful. This study aimed to evaluate the effectiveness of learning about chemical bonds among first-year high school students enrolled in a technical chemistry course through an experimental practice of recrystallization structured according to Kolb's Cycle. This cycle consists of four stages: concrete experience, reflective observation, conceptualization, and application. The activities were developed over three sessions and focused on the formation of ionic and covalent crystals, as well as the visualization of the crystal structures formed. The methodology began with the application of an initial questionnaire and an introductory discussion on chemical bonds using minerals provided by the school. Following the discussion, a theoretical lesson on Chemical Bonds was conducted. In the second session, the recrystallization experiment was carried out using copper sulfate, sodium chloride, potassium chloride, and salicylic acid. In the third session, the formed crystals were observed in the laboratory; subsequently, their crystal structures were presented to the class, and the final questionnaire was administered to conclude the session. The initial questionnaire revealed that 34.04% of the 43 students had a good understanding of chemical bonds. After applying the experimental methodology in the third session, it was found that 51% rated their knowledge as good or very good. The collected data demonstrated that the use of experimental practice contributed to an increased level of comprehension among the students regarding the content. Therefore, it can be concluded that the adopted teaching strategy was effective, contributing to a more dynamic understanding of the topic of chemical bonds.

Keywords: Conceptualization; Chemical bonds; Crystal

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Representação do triângulo de Johnstone.....	18
Figura 2	– Ilustração do ciclo de aprendizagem proposto por Kolb.....	20
Figura 3	– Célula unitária 3D do ácido salicílico.....	23
Figura 4	– Minerais fornecidos pela escola.....	26
Figura 5	– Estrutura de aplicação da experimentação baseada no ciclo de Kolb.....	29
Figura 6	– Alunos visualizando os minerais.....	38
Figura 7	– Alunos solubilizando as substâncias sólidas.....	39
Figura 8	– Aluno solubilizando CuSO_4	40
Figura 9	– Cristais formados na aula experimental.....	40
Figura 10	– Exposição das estruturas cristalinas utilizando software <i>VESTA</i>	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultado da 1º questão do questionário inicial.....	31
Gráfico 2 – Resultado da 2º questão do questionário inicial.....	32
Gráfico 3 – Resultado da 3º questão do questionário inicial.....	33
Gráfico 4 – Resultado da 4º questão do questionário inicial.....	34
Gráfico 5 – Resultado da 5º questão do questionário inicial.....	35
Gráfico 6 – Resultado da 7º questão do questionário inicial.....	36
Gráfico 7 – Resultado da 1º questão do questionário final.....	42
Gráfico 8 – Resultado da 2º questão de questionário final.....	43
Gráfico 9 – Resultado da 3º questão de questionário final.....	44
Gráfico 10 – Resultados da 4º questão de questionário final.....	45
Gráfico 11 – Resultados da 5º questão de questionário final.....	45
Gráfico 12 – Resultados da 6º questão do questionário final.....	46
Gráfico 13 – Resultado da 7º questão do questionário final.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estrutura do questionário inicial.....	33
Tabela 2 – Estrutura do questionário final.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
CNMT	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
CIF	Arquivo de Informação Cristalográfica

LISTA DE SÍMBOLOS

- % Porcentagem
- ® Marca Registrada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEORICO	16
2.1	Experimentação no Ensino de Química	16
2.2	Ligações químicas no ensino médio	18
2.3	Ciclo de Kolb como proposta experimental aplicado ao ensino	20
2.4	Cristalografia	22
3	OBJETIVO	24
3.1	Objetivo geral	24
3.3	Objetivos específicos	24
4	METODOLOGIA	25
4.1	Experiência concreta, observação reflexiva e conceitualizarão	25
4.2	Experimentação de recristalização	27
4.2.1	<i>Materiais</i>	27
4.2.2	<i>Método</i>	27
4.3	Visualização 3D da estrutura cristalina	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5.1	Primeiro encontro	30
5.1.1	<i>Análise do questionário inicial</i>	30
5.1.2	<i>Aula teórica sobre Ligações Químicas</i>	38
5.2	Segundo encontro	39
5.3	Terceiro encontro	40
5.3.1	<i>Visualização dos cristais formados</i>	40
5.3.2	<i>Análise do questionário final</i>	41
6	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	50
	APÊNDICE A – Questionário inicial	52
	APÊNDICE B – Plano de aula	54
	APÊNDICE C – Roteiro de pratica	58
	APÊNDICE D – Questionário final	60

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento científico evoluiu com o passar do tempo, e cada vez mais a humanidade desenvolveu teorias e conceitos sofisticados para explicar os fenômenos naturais. Os cientistas, a partir da observação empírica dos fenômenos, formularam hipóteses para descrever os fatos ocorridos. As hipóteses eram testadas em pequena escala de modo criterioso, para averiguar a sua veracidade. Assim, a ciência contribui de maneira significativa para a construção do saber, ajudando a corrigir erros e expandir o entendimento humano sobre o mundo ao nosso redor (Descartes, 1996).

No ensino tradicional, amplamente adotado nas escolas de ensino médio no Brasil, o conhecimento científico é transmitido aos alunos de forma predominantemente mecânica. Os professores geralmente apresentam conceitos e teorias abstratas sem promover uma interação significativa com a parte experimental, o que compromete a assimilação do conteúdo e dificulta a reflexão crítica sobre os temas abordados.

Segundo, Paulo Freire (1980, p. 66 e 68)

A narração, de que o educador é o sujeito, conduz os educandos a memorização mecânica do conteúdo narrado. Mais ainda, a narração os transforma em “vasilhas”, em recipientes a serem “enchidos” pelo educador. (...) Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e de depósitos, que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem.

Essa abordagem excessivamente teórica e repetitiva acaba tornando o aprendizado passivo e descontextualizado, afastando os estudantes do verdadeiro sentido da ciência, que se baseia na observação, na experimentação e na formulação de hipóteses. A ausência de uma pedagogia que integre experimentação prática e contextualizada em temas sociais, ambientais e tecnológicos limita significativamente a capacidade dos discentes de desenvolver o pensamento crítico. Sem essa habilidade essencial, os alunos não são incentivados a questionar e analisar de forma aprofundada as informações que recebem em sala de aula, tornando-se meros receptores de conhecimento, em vez de protagonistas no próprio aprendizado como está estabelecido na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018).

De acordo com Paulo Freire (1996, p.22)

É preciso, sobretudo, e aí já vai um destes saberes indispensáveis, que o formando, desde o princípio mesmo de sua experiência formadora, assumindo-se como sujeito também da produção do saber, se convença definitivamente de que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua produção ou a sua construção.

Dessa forma, os conhecimentos teóricos devem ser aliados a experiências práticas em que o estudante seja estimulado a participar tornando o processo de aprendizagem dinâmico internalizando a teoria com experimentos. Essa proposta diverge da aprendizagem mecânica, onde o ensino prioriza a memorização e repetição de conceitos, possibilitando a construção do pensamento crítico. No ensino médio brasileiro a disciplina de Química detém vários conteúdos teóricos onde conceitos abstratos são trabalhados sem uma relação com uma experimentação adequada destacando-se entre eles o conteúdo de Ligação Química. Eventualmente, os estudantes saem prejudicados, pois não conseguem assimilar todas as informações repassadas.

Uma forma de alcançar aprendizagem plena é a aplicação da metodologia ativa de experimentação baseada no Ciclo de Kolb. O Ciclo de Kolb é uma abordagem pedagógica flexível e sistematizada de forma que aluno tenha um aprendizado ativo utilizando a experiência adquirida por meio de experimentos, debates e oficinas. Para isso, o ciclo é composto de quatro etapas: Experiência concreta, Observação reflexiva, Conceitualização e Aplicação que podem ser desenvolvidos em três momentos pedagógicos com alunos a depender da situação em que ele for aplicado.

Ademais, uma abordagem experimental baseada no Ciclo de Kolb sobre ligações químicas pode ajudar no processo de aprendizagem. Para viabilizar esse processo, a prática sobre recristalização de compostos iônicos e covalentes, com a visualização de suas estruturas cristalinas 3D, utilizando os softwares gratuitos como Vesta[®] para observar a dinâmica das ligações, facilitarão o entendimento dos aspectos teóricos abordados durante as aulas teóricas. As ligações químicas são divididas em dois grupos: as ligações iônicas, nas quais as interações eletrostáticas formam os compostos iônicos e as ligações covalentes que são formadas pelo compartilhamento de elétrons na camada de valência, originando compostos covalentes (Atkins; Jones 2012).

Tendo como base os argumentos e conceitos expostos, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o potencial do experimento de recristalização baseada no ciclo de Kolb como ferramenta pedagógica para estimular os estudantes e assim desenvolver uma aprendizagem ativa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Experimentação no Ensino de Química

A experimentação utilizada como método de aprendizagem de conceitos e teorias sofisticadas não é uma abordagem recente, mas é historicamente atribuída aos primeiros filósofos naturais. Na França do século XVIII, por exemplo, o químico Antoine L. Lavoisier (1743-1794) revolucionou a Química por meio de experimentos criativos, que tiveram como objetivo sistematizar a linguagem arcaica utilizada pelos alquimistas e conferir rigor metodológico aos experimentos investigativos realizados em laboratório (Seixas; Fernandes, 2008). Nesse contexto, o apoio de experiências laboratoriais como base para aprender e fundamentar conceitos de Química é de suma importância para os estudantes.

Na educação brasileira, a experimentação como forma de contextualização começa a ser discutida oficialmente a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394/1996, que é o principal marco regulatório da educação brasileira. Promulgada em 20 de dezembro de 1996, a LDB estabelece as diretrizes e bases para a organização da educação no país, desde a educação básica até o ensino superior, definindo os princípios, objetivos e responsabilidades da educação, garantindo a flexibilização curricular e a integração dos saberes (Brasil, 1996).

Logo após, em 1997 é criado pelo Ministério da Educação (MEC) os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que estabelecem a qualificação e estruturação da educação no Brasil em diversas disciplinas, além de ressaltar o papel da realização de experimentos.

Segundo o Ministério da Educação no (PCN, 1998) “O aprendizado é proposto de forma a propiciar aos alunos o desenvolvimento de uma compreensão do mundo que lhes dê condições de continuamente colher e processar a informação, desenvolver sua comunicação, avaliar situações, tomar decisões, ter atuação positiva e crítica.”

Os PCNs direcionados para o Ensino Médio, denominados PCNEM, são divididos em quatro grandes áreas do conhecimento e dentre elas está a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (CNMT). A CNMT é por sua vez subdividida nas disciplinas de Matemática, Física, Química e Biologia, e cada uma delas contemplam habilidades e competências distintas. No entanto, apesar de demonstrar um avanço em relação ao uso da experimentação os PCNs não são de caráter obrigatório, ou seja, a sua aplicação para cada disciplina poderia não ser adotada (Parâmetros Curriculares Nacionais, 1998).

Somente após a homologação em 2018 da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), cujo o objetivo é garantir a qualidade do ensino através do desenvolvimento de habilidades e competências, houve norteamto sobre a importância da experimentação no ensino. Através da aplicação de uma metodologia onde o estudante é o protagonista na construção do conhecimento e o professor atua como mediador desse processo de aprendizagem, conforme a BNCC de 2018:

Nessa perspectiva, área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científica produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica.

Pontualmente, é possível utilizar como ferramenta pedagógica a experimentação contextualizada no Ensino de Química auxiliando o aluno no entendimento dos conteúdos teóricos e científicos abordados, a partir da observação de fenômenos, seguidas da construção de hipóteses e análise de dados. Contudo, vale salientar que teoria e experimentação atuam de forma correspondente, ou seja, uma complementa a outra e não podem ser aplicadas de forma separadas.

Além disso, o objetivo da experimentação deve estar relacionado as competências descritas na BNCC, divididas em três competências específicas, que tem como objetivo orientar quais habilidades podem ser desenvolvidas em cada disciplina de ciências da natureza e suas tecnologias no ensino médio. A competência específica três contempla a análise de situações-problema do cotidiano e a aplicação do conhecimento científico e tecnológico reforçando o uso da experimentação, como afirma a habilidade descrita de pelo código (EM13CNT301):

Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

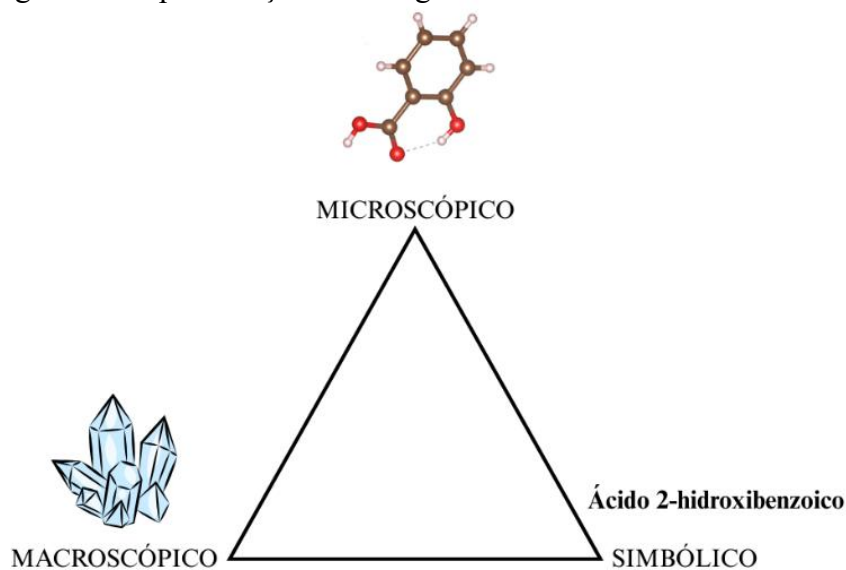
Com base nisso, pode-se concluir que a experimentação no ensino Química tem um papel essencial na construção dinâmica do conhecimento, correlacionando o cotidiano do aluno com desenvolvimento de habilidades e competências para formação cidadã.

2.2 Ligação Química no Ensino Médio

No modelo tradicional de aula expositiva, em que o aluno é apenas o receptor do conhecimento transmitido pelo professor, o conteúdo de ligações químicas costuma seguir uma abordagem padrão nos tópicos de ligações covalentes, iônicas e metálicas no 1º ano do ensino médio. De acordo, com as competências e habilidades básicas pela BNCC, esse conteúdo geralmente é abordado após os alunos já terem contato com assuntos iniciais de Química, como Estrutura Atômica, Tabela Periódica e Propriedades da Matéria, que fornecem a base necessária para o entendimento das Ligações Químicas.

Contudo, apesar de fornecer um suporte teórico inicial, para melhorar a compreensão, o tema de ligações químicas é bastante abstrato e, conseqüentemente, tem grande potencial para gerar concepções conceituais erradas por parte dos estudantes (Fernandez; Marcondes, 2006). Segundo Johnstone (1992), a organização da ciência Química divide-se em níveis: Macroscópico, Microscópico e Simbólico. Cada um desses níveis está relacionado a diferentes aspectos da Química com o nível Macroscópico o que se refere ao palpável da matéria, o nível Microscópico ao comportamento atômico e molecular, e o nível Simbólico às representações por meio de equações e nomenclaturas (Silva et al., 2022). Esses níveis são organizados em um formato triangular, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Representação do triângulo de Johnstone



Fonte: Adaptado de Silva et al, 2006.

Logo, no ensino de Química, e conseqüentemente no ensino das Ligações Químicas, o foco da abordagem está majoritariamente relacionado aos aspectos macroscópicos e simbólicos ministrado em sala de aula, alternando a escrita na lousa e a conversação com alunos, deixando o aspecto microscópico com pouca representação acarretando na aprendizagem superficial do conteúdo. Assim, os educandos demonstram dificuldades em uma série de conceitos e propriedades das ligações químicas com por exemplo, polaridade, energia das ligações, geometria e representação das estruturas químicas das ligações (Fernandes; Marcondes, 2008).

Assim o estudo de Ligações Químicas torna-se desafiador para os alunos que lidam com várias definições, analogias e estruturas que compartilham a mesma base conceitual sem que haja uma conexão adequada utilizando uma metodologia que integra esse campo do saber. Para Linus Pauling (1992, p.521), a ligação química é o conceito mais valioso da química, e a aplicação destes conceitos é fundamental para o desenvolvimento tecnológico e sustentável, logo é de extrema importância que a aprendizagem desta parte da ciência seja edificada.

Conforme Santos Schnetzler (1996),

Nível microscópico deve ser abordado pelo estudo de modelos simplificados, acessíveis aos alunos, e pela compreensão anterior de aspectos macroscópicos sobre propriedades dos materiais e suas transformações. Além disso, foi destacada a necessidade de haver articulação entre esses dois níveis, de forma que o aluno consiga compreender a estreita relação entre eles.

Diante desta observação, estratégias pedagógicas podem ser desenvolvidas para preencher as lacunas existentes desse modelo de ensino dentre elas o uso de metodologias ativas baseadas na prática experimental tem uma abordagem promissora, pois permite trabalhar o conteúdo tradicional teórico, além de complementar com a parte de experimentos acessíveis para os alunos.

O modelo de aprendizagem focado na experimentação aliado a aplicação do ciclo de Kolb, contempla todos os níveis estabelecidos por Johnstone, pois conecta conceitos teóricos e simbólicos, expostos durante o período da aula, e a parte macroscópica e microscópica desenvolvidas na execução do experimento no laboratório ou em outro método que empregue a parte experimental.

Esta linha pedagógica flexível aborda, de modo enfatizar um ensino ativo, uma explicação lógica e cuidadosa das Ligações Químicas no ensino que forneça aos estudantes da rede pública estadual de ensino a oportunidade compreender e visualizar de forma clara e

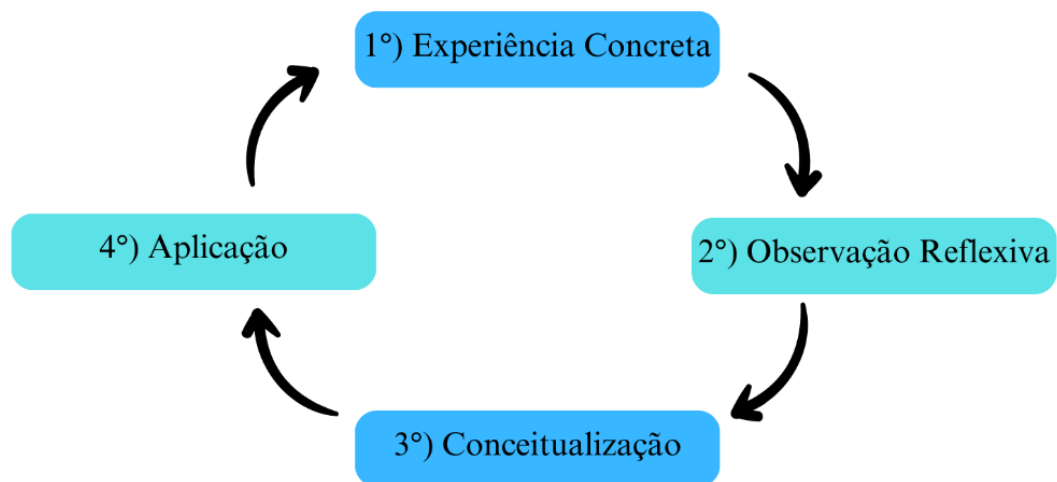
científica o objeto de estudo central na química a estrutura da matéria seja ela orgânica, inorgânica, sintética ou natural.

2.3 O ciclo de Kolb como proposta experimental aplicado ao ensino

Os experimentos são interdisciplinares e permitem discutir os conceitos fundamentais de Química, Física e Cristalografia, além de exercitar de modo prático utilização das fórmulas matemáticas e técnicas sofisticadas (Costa; Andrade, 2014). O planejamento dos experimentos, organização e o tratamento dos dados pelos alunos têm como intuito fomentar a participação de modo o deixar processo de aprendizagem significativo.

A experimentação como forma de contextualização no ensino pode ser dada em uma sequência didática que abrange: Experiência concreta, Observação reflexiva, Conceitualização e a Aplicação (Kolb, 1984). As etapas do processo podem visualizadas conforme a Figura 2:

Figura 2 - Ilustração do ciclo de aprendizagem proposto por Kolb



Fonte: Adaptado de Kolb, 1984.

Inicialmente, a classe é exposta a experiência concreta, ou seja, a problematização é desenvolvida de modo a trazer aspectos reais da ciência e sociedade com base no cotidiano com a finalidade de ambientar os estudantes a discussão de temas científicos utilizando modelos físicos ou virtuais. Esta etapa inicial é fundamental para conhecer o problema em sala ou no laboratório, pois permite que o estudante visualize de maneira contextualizada as razões para o

estudado do conteúdo estabelecido na disciplina pela visualização concreta dos fatos apresentados e seus efeitos sociais, ambientais, culturais e tecnológicos.

Em seguida, a observação reflexiva é estabelecida como forma de promover o debate identificando os principais pontos observados e estabelecendo questionamentos diversificados a respeito de tema escolhido, vale ressaltar que ideias contraditórias podem surgir e serão benéficas, pois iram ajudar a aumentar o envolvimento dos estudantes nas discussões. A reflexão deve ser centrada de modo que haja a participação de todos, e apesar de que cada aluno possa participar ativamente cabe ao professor guiar de modo objetivo a discussão entre os membros da classe (Marrcondes, 2008).

Após isso, inicia-se a conceitualização, em que o conteúdo teórico específico da disciplina relacionado ao tema é apresentado e os questionamentos abordados na etapa anterior são respondidos. Nesta etapa o conhecimento teórico abstrato é sistematizado pelo professor e analisado pelo discente, porém é necessário salientar que esta etapa ainda se assemelha ao ensino tradicional de forma que somente após a realização da experimentação o processo de aprendizagem será atingido de forma plena.

Conforme David Kolb (1934, p.38)

O processo pelo qual o conhecimento é criado através da transformação da experiência. Esta definição enfatiza [...] que o conhecimento é um processo de transformação, sendo continuamente criado e recriado [...] A aprendizagem transforma a experiência tanto no seu aspecto objetivo como no subjetivo.

Por fim, temos a aplicação prática do conhecimento, onde conceitos abstratos aprendidos na etapa da conceitualização serão postos em prática experimentalmente pelos estudantes. Ao mesmo tempo, para que o experimento possa realizado ele precisa ser de fácil manipulação, tenha uma curta duração, e os reagentes empregados tenham baixa toxicidade (Marcondes, 2008). A sequência pedagógica do ciclo de Kolb, baseada na teoria de aprendizagem experiencial, permite a plena compreensão do estudante sobre o conteúdo da disciplina e do tema gerador corroborando para aprendizagem ativa dos conceitos estudados.

2.4 Cristalografia

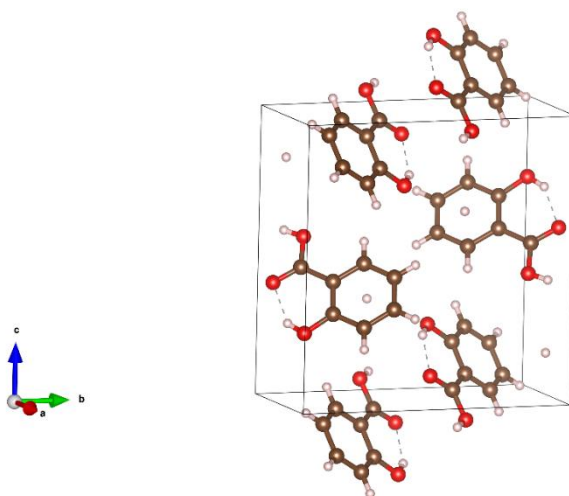
Os cristais, materiais sólidos, despertam a curiosidade da humanidade desde a antiguidade pela sua forma geométrica simétrica e cores vivas. Na Idade Média, por exemplo, os diamantes, rubis e esmeraldas eram utilizadas para confecção de joias e adornos utilizados pela realeza como símbolo de status e poder. Atualmente, a utilidade desses materiais na sociedade moderna é de extrema importância para aplicações mais complexas como o estudo de polimorfismo em cristais de fármacos para melhorar absorção de medicamentos no corpo humano (Brittain, 2009).

O estudo dos cristais foi iniciado pela mineralogia, ramo da ciência que estuda a formação e composição de minérios presentes no solo, que os agrupou e classificou com base na sua morfologia, porém esse método de classificação foi insuficiente para descrever as suas propriedades. Somente, após o estabelecimento da Física do Estado Sólido, área que estuda os materiais sólidos e suas propriedades, tratamentos matemáticos sofisticados bem como à aplicação de técnicas de análise utilizando de difração de raios X suas estruturas foram classificadas em sete famílias cristalinas: cúbica, ortorrômbica, tetragonal, romboédrica, hexagonal, monoclinica e triclínica (Tilley, 2014).

A estrutura cristalina é formada pelo processo de nucleação de átomos ou moléculas que interagem entre se estruturando a rede cristalina e conseqüentemente formando o cristal. Essa interação pode ser iônica onde as cargas das espécies positiva e negativa se atraem ocorrendo uma estabilização formando ligações iônicas e por conseqüência formando cristais, esse processo também é observada em compostos covalentes, porém ele acontece devido as interações de forças dipolo-dipolo ou ligação de hidrogênio (Atkins; Jones, 2012).

A análise do material cristalino utilizando difração de raios X pode fornecer uma visão ampla das ligações iônicas e covalentes, onde é possível observar quais ligações estão ocorrendo na espécie química sólida e quais elementos estão contidos no retículo cristalino (Tilley, 2014). Entretanto, não é necessário realizar essa análise para descobrir essas informações, pois existem bancos de dados de cristalografia que disponibilizam o material gratuitamente na forma de Arquivo de Informação Cristalográfica (CIF). Esses arquivos contêm a estrutura cristalina e outras informações que podem ser visualizadas utilizando software livre como Vesta[®] como poder observado na célula unitária do Figura 3:

Figura 3 - Célula unitária 3D do ácido salicílico



Fonte: adaptado de Motis; Hoursthouse, 2012.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial da aplicação da prática de recristalização como ferramenta pedagógica baseada no Ciclo de Kolb para ensino do conteúdo de Ligações Químicas no 1º do ensino médio.

3.2 Objetivos específicos

- Elaborar e aplicar uma prática experimental de recristalização utilizando Cloreto de sódio (NaCl), Cloreto de potássio (KCl), Sulfato de cobre (CuSO₄) e Ácido salicílico para averiguar os tipos de ligações envolvidas.
- Utilizar softwares de cristalografia livre como apoio para visualização de estrutura cristalina 3D dos cristais obtidos durante a experimentação por meio bancos de dados gratuitos.
- Averiguar, de modo qualitativo e quantitativo, se a experimentação contribuiu com compreensão do conteúdo de Ligações Químicas, por meio de questionários aplicados durante os encontros.

4 METODOLOGIA

Para elaboração e aplicação da prática de recristalização, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre os métodos de recristalização de compostos orgânicos e inorgânicos, com o objetivo de adotar um experimento simples e de fácil reprodução, bem como utilizar reagentes de fácil acesso e com curta duração, que enfatizem a conexão entre o conhecimento teórico e experimental, promovendo uma aprendizagem ativa e dinâmica para os estudantes do Ensino Médio.

Utilizando a metodologia de aprendizagem experimental do Ciclo de Kolb (Kolb, 1984), a parte prática procedeu conforme a seguinte sequência didática:

- Primeiro encontro – Apresentação do projeto e do conteúdo de Ligações Químicas, e aplicação do Questionário de Sondagem 1 (2 horas/aula);
- Segundo encontro – Os estudantes do Ensino Médio realizaram a experimentação sobre recristalização no laboratório da escola (2 horas/aula);
- Terceiro encontro – A verificação do crescimento dos cristais e a visualização de suas estruturas cristalinas 3D e houve a aplicação do Questionário de Sondagem 2 (2 horas/aula).

A metodologia experimental foi aplicada na Escola Estadual de Educação Profissional Maria Carmen Vieira Moreira, localizada no Bairro Pajuçara, na cidade de Maracanaú-CE, em uma turma de 1º ano do curso técnico em Química, composta de 45 alunos. Os encontros foram realizados durante o horário de aula da disciplina de química e foram alternados entre sala de aula e laboratório prático de química da própria escola, e o conteúdo programático ministrado está de acordo com Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018).

4.1 Experiência concreta, observação reflexiva e conceitualização

O primeiro encontro, com estudantes da turma que participou do projeto, foi dividido em dois momentos. Primeiramente, à apresentação do projeto, explicando a sequência didática da experimentação baseada no Ciclo de Kolb e como seriam organizados os encontros. Logo após, a problematização sobre o tema gerador foi exposta, a fim de alcançar as duas primeiras etapas da aprendizagem. Foram apresentados minerais, com a composição conhecida, fornecida pela escola, onde os estudantes puderam ter uma experiência sensorial concreta sobre

os cristais observando suas formas, núcleos e composições diferentes conforme a Figura 4, instigando a curiosidade sobre o tema e preparando a turma para a próxima etapa

Figura 4 – Minerais fornecido pela escola



Fonte: Próprio autor.

Em seguida, artigos relacionados a temas atuais que envolvem cristais e mostram as ligações químicas em suas estruturas foram envolvidas. Neste aspecto, foi apresentada a utilização de materiais cristalinos à base de perovskitas híbridas, com uma estrutura cristalina cúbica composta por octaedros formados por um metal e um haleto, espaçados por cátions orgânicas, para a fabricação de células solares mais eficientes (Jena, Kulkarni, Miyasaka, 2019). O contexto tem o objetivo de levar à reflexão sobre o tema e conectar os cristais com as ligações químicas, para que a turma visualize diretamente o papel da disciplina de Química no entendimento da natureza da matéria e sua aplicação na sociedade.

Além disso, foi aplicado um questionário de sondagem, qualitativo e quantitativo, composto por 9 questões, disponível no APÊNDICE A, com o objetivo de coletar dados sobre as principais dificuldades e camadas da turma em relação à disciplina de Química, ao conteúdo de Ligações Químicas e ao conhecimento sobre os cristais e o uso da experimentação como forma de aprendizagem.

Por fim, no segundo momento, concentrou-se na conceituação, ainda no primeiro encontro, onde foi ministrada uma aula sobre Ligações Químicas, utilizando slides, lousa e pincel como recursos pedagógicos. A abordagem da aula foi apresentada por vários tópicos: Tipos de Ligações Químicas, suas definições, propriedades dos materiais e, além disso, foi abordada a recristalização. Para auxiliar a visualização das ligações químicas presentes em

compostos do cotidiano, algumas estruturas cristalinas foram projetadas como exemplos, como a sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), o Cloreto de sódio (NaCl) e a soda cáustica (NaOH)

4.2 Experimentação de recristalização

4.2.1 Materiais

Para realizar o procedimento de recristalização, utilizaram-se 6 gramas de NaCl, KCl, $CuSO_4$ e ácido salicílico ($C_7H_6O_3$), quatro béqueres de 100 mL, uma balança analítica, uma chapa aquecedora e bastões de vidro para a mistura da solução saturada. A água destilada foi utilizada como solvente para solubilizar os reagentes sólidos.

4.2.2 Método

No segundo encontro, que faz parte da etapa de aplicação do experimento do Ciclo, ele ocorreu no laboratório didático de práticas de Química, situado nas dependências da própria escola. Antes do início da prática, todos os alunos foram orientados sobre as normas de segurança do laboratório, devendo estar com jaleco e luvas de proteção, calça comprida e sapato fechado. Vale ressaltar que os participantes com cabelos longos foram orientados a amarrá-los em formato de coque, procedimentos padrão para evitar acidentes, como contaminações e queimaduras, entre outros riscos.

Inicialmente, um manual de prática foi entregue a cada estudante. Logo após, o procedimento foi explicado com base no roteiro, revisando conceitos teóricos abordados durante o primeiro encontro, na etapa de conceitualização. Para a realização do procedimento experimental, houve uma organização prévia dos materiais. Para isso, os estudantes tiveram que separar as folhas, vitrines e outros componentes necessários, disponíveis no laboratório, com um dia de antecedência à realização da prática, com o objetivo de minimizar o tempo de execução do experimento.

No dia seguinte, 6 g de cada sal foram pesados e separados em béqueres de 100 mL diferentes. Em seguida, as amostras foram diluídas em 30 mL de água e enviadas ao aquecimento de 100 °C sob engenharia com um banho de vidro. Após isso, mantiveram-se as amostras na chapa aquecedora até que a solução reduzisse de volume. Ao final, os béqueres contendo as soluções saturadas foram retirados da chapa e deixados em repouso para que ocorresse a formação dos cristais, conforme adaptação do método de recristalização (Costa,

Andrade, 2015), até o terceiro encontro.

4.3 Visualização 3D da estrutura dos cristais obtidos na prática

No terceiro encontro, a turma retornou, sob as mesmas medidas de proteção, ao laboratório de prática, onde foi observada a formação de cristais no fundo dos béqueres. Em seguida, os resquícios de solução saturada foram removidos e os cristais transferidos para uma placa de Petri, onde poderão ser melhor distribuídos. Com o auxílio de luvas, os alunos da turma poderão tocar em alguns dos cristais formados, verificando a presença de núcleos e formatos diferentes.

Posteriormente, com o auxílio do software Vesta[®], programa gratuito de cristalografia, as estruturas cristalinas dos cristais foram apresentadas aos estudantes, que observaram as ligações presentes em cada tipo de cristal iônico e covalente e outras informações, como tamanho dos átomos, bem como os átomos de sódio e potássio presentes nas estruturas, além de verificar o comprimento de ligações dos átomos de carbono, átomos de carbono e hidrogênio na molécula de ácido salicílico. Obviamente, as estruturas cristalinas utilizadas no software foram retiradas de um banco de dados, ou seja, não são fonte da análise estrutural dos cristais obtidas ao final do experimento pela turma. Porém, sua visualização é de suma importância para conectar as conexões à experiência prática de recristalização dos sais.

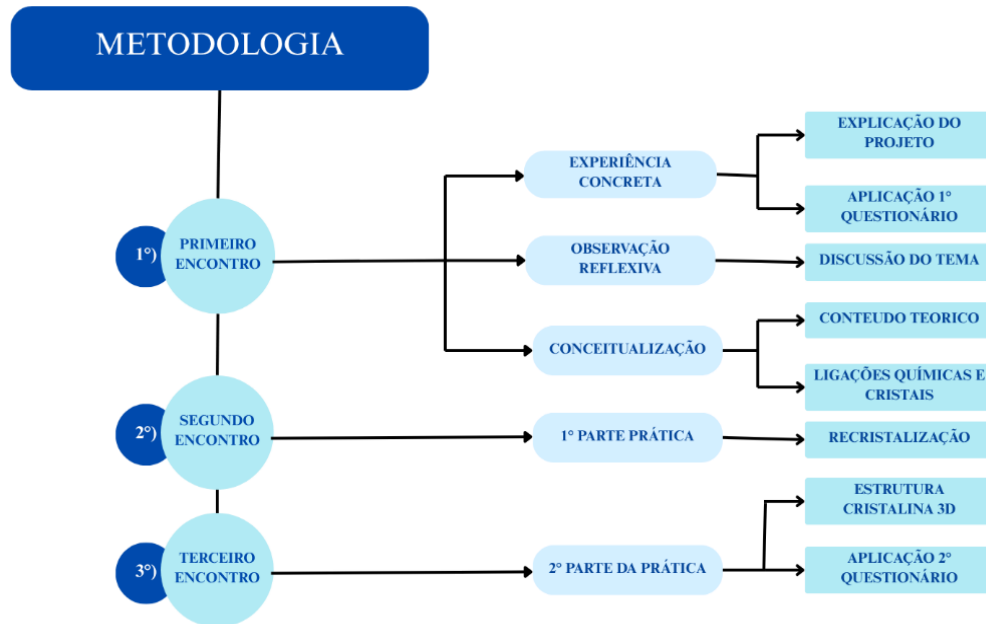
Contudo, as estruturas foram explicadas de modo que cada aspecto das ligações químicas foi explorado passo a passo, e os estudantes foram guiados durante a explicação. Apesar de ser de fácil apresentação, deve-se ter cuidado, pois os educandos não têm familiaridade com as estruturas cristalinas, o que pode ocasionar confusões. No entanto, essas dificuldades podem ser mitigadas por meio de explicações simples e claras.

Além disso, ao final do terceiro e último encontro, foi aplicado um segundo questionário, composto por 10 questões, disponível no APÊNDICE D, como instrumento de sondagem com os discentes participantes do projeto experimental. Esse questionário teve como objetivo avaliar se o projeto experimental de recristalização, baseado no Ciclo de Kolb, contribuiu para o entendimento dos estudantes sobre a disciplina de Ligações Químicas e propiciou uma aprendizagem ativa.

Portanto, toda a abordagem empregada na construção e segmentação do ensino de Ligações Químicas seguida na metodologia esta está direcionando os estudantes para que possam construir o conhecimento ativo, sem abandonar o método tradicional, porém usando a experimentação como base para desenvolver o senso crítico e melhorar o entendimento da

ciência Química. Em suma, a sequência didática foi aplicada conforme o Ciclo de Kolb, esquematizada na Figura 5, com o objetivo de consolidar uma aprendizagem ativa e dinâmica.

Figura 5- Estrutura de aplicação da experimentação baseada no Ciclo de Kolb



Fonte: Elaborado pelo autor.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados com a aplicação dos questionários de sondagem foram estruturados conforme a sequência didática proposta no Ciclo de Kolb aplicada na metodologia experimental da prática de recristalização. A análise dos resultados foi dividida conforme a sua aplicação no decorrer dos encontros, iniciando-se pela análise do questionário inicial e, em seguida, pela análise do questionário final.

5.1 Primeiro encontro

5.1.1 Análise do questionário inicial

O questionário inicial teve como objetivo avaliar o nível de conhecimento e afinidade dos estudantes sobre a disciplina de Química. Além disso, foram exploradas questões relacionadas às aulas experimentais e à percepção dos estudantes sobre Ligações Químicas. O questionário, composto por 9 questões: 7 objetivas e 3 subjetivas, foi impresso e aplicado no primeiro momento, antes de iniciar a aplicação metodologia, durante o primeiro encontro. A estrutura do questionário pode ser observada na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1- Estrutura do questionário inicial

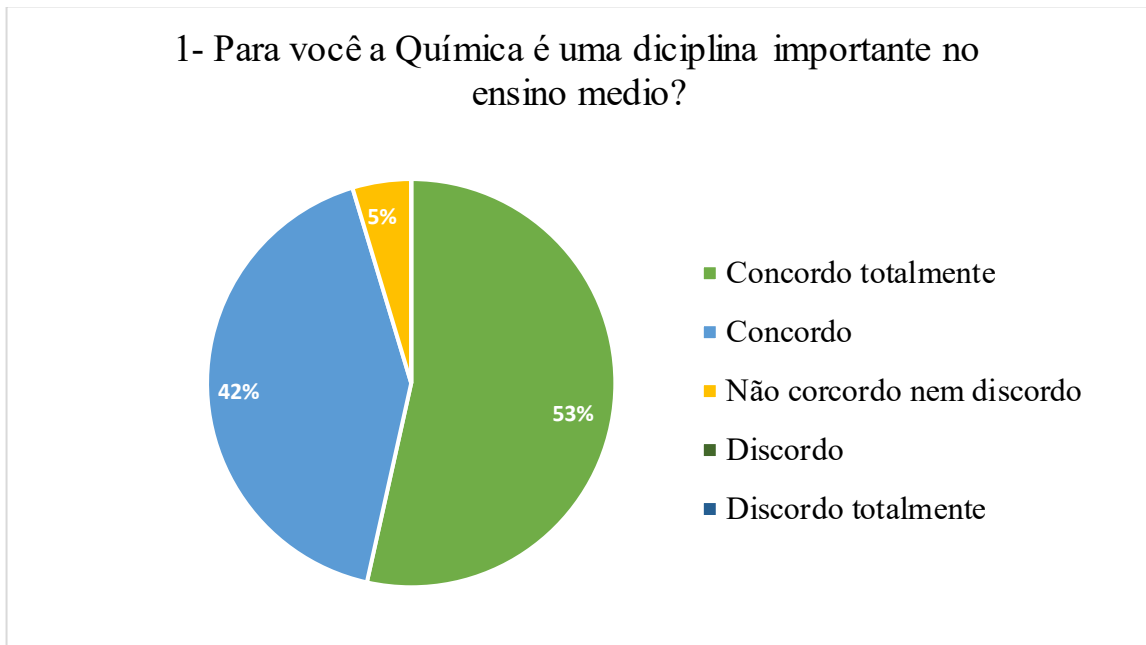
Quantidade perguntas	Modelo	Tipo de pergunta
4	Escala Likert	Concordância
1	Escala tipo Likert	Frequência
1	Escala tipo Likert	Avaliação
3	Subjetiva	Justificar a pergunta

Fonte: Elaborada pelo autor.

O questionário inicial foi respondido por 44 dos 45 alunos, pois no dia da aplicação um aluno havia faltado. A primeira pergunta questiona a importância da disciplina de Química utilizando escala Likert. A escala é composta por itens que representam o grau de concordância que o aluno pode ter sobre o questionamento que lhe foi feito (Gonsalves; Leite, 2005), sendo usada com o objetivo de coletar dados qualitativos a respeito do grau de relevância da disciplina

de Química. A partir do espaço amostral de 44 estudantes que responderam à pergunta, obteve-se o seguinte resultado:

Gráfico 1 – Resultado da 1ª questão do questionário 1

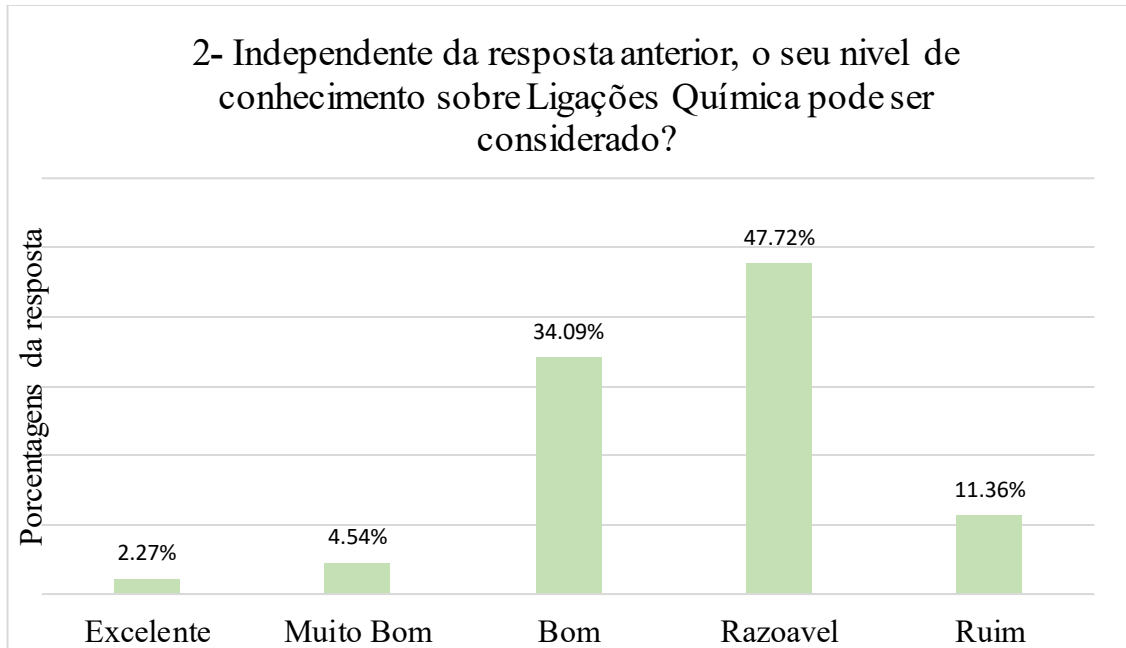


Fonte: elaborada pelo autor.

Observa-se no Gráfico 1 que, dentre os 44 alunos que responderam ao questionário, 23 alunos, que cobriram a 53% do total, concordaram totalmente com a importância da disciplina de Química no ensino médio, destacando uma consideração significativa com a disciplina; 18 alunos, representando 42% do total, concordaram com a indagação, reconhecendo a disciplina como importante, porém não observaram que a disciplina tenha importância máxima; 2 alunos, equivalentes a 5% do total, estabeleceram uma posição neutra. Os resultados apontam que a maioria dos alunos valoriza a disciplina de Química, considerando-a importante.

Na pergunta 2, foi questionado o nível de conhecimento dos alunos sobre a disciplina de Ligação Química, pois os alunos estavam no segundo bimestre da disciplina de Química do 1º ano do ensino médio, logo já haviam entrado em contato com alguns assuntos iniciais da disciplina como estrutura eletrônica e ligação covalente, tornando-os aptos a responder à indagação. A pergunta foi elaborada utilizando a Escala tipo Likert de avaliação, na qual os itens apresentados são os níveis pelos quais os alunos poderiam responder, de acordo com a percepção do seu nível de conhecimento da disciplina.

Gráfico 2 – Resultado da Questão 2º do questionário 1



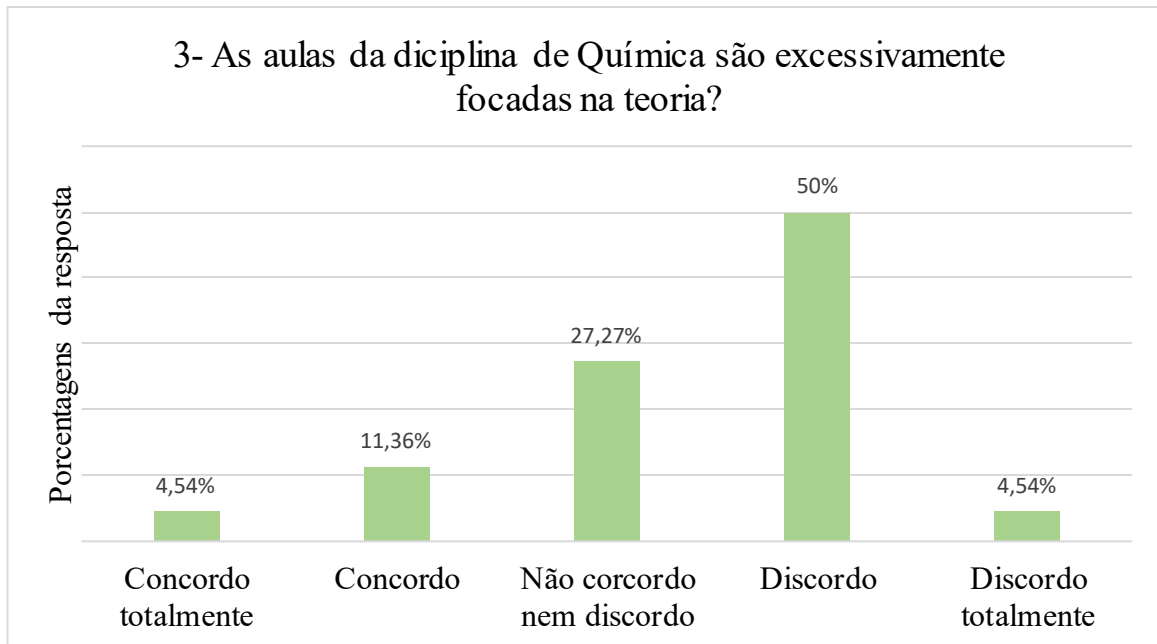
Fonte: Elaborada pelo autor.

Conforme o Gráfico 2, observa-se que a maioria dos estudantes (47,72%) respondeu que seu nível de conhecimento é razoável, indicando uma baixa taxa de aprendizagem e assimilação do conteúdo. Um percentual elevado classificou o seu conhecimento sobre a Ligações Química como ruim (11,36%), evidenciado que não conseguem aprender de modo eficaz o conteúdo ou apresentam um baixo interesse pelo conteúdo.

Ademais, uma parte significativa respondeu que seu conhecimento é bom (34,09%), conseguindo absorver de forma eficaz o conteúdo da disciplina. Uma margem baixa do número de alunos classificou o seu conhecimento como muito bom (4,54%) e excelente (2,27%), indicando um grau de aprendizagem elevado. A análise dos resultados mostra que a percepção do nível de conhecimento dos estudantes é regular, porém há necessidade da adoção de novos métodos para reduzir o percentual de alunos que respondeu que o nível de conhecimento é ruim.

Na pergunta 3º, os alunos foram questionados se as aulas da disciplina de Química são excessivamente focadas nos aspectos teóricos, ou seja, se as aulas são ministradas apenas utilizando o modelo tradicional, em que professor explicar o conteúdo em sala utilizando o método expositivo e dialogado, sem qualquer auxílio da parte experimental para uma abordagem mais didática do conteúdo. A questão foi estruturada utilizando Escala Likert para averiguar a concordância com questionamento.

Gráfico 3 – Respostas da pergunta 3º do questionário 1



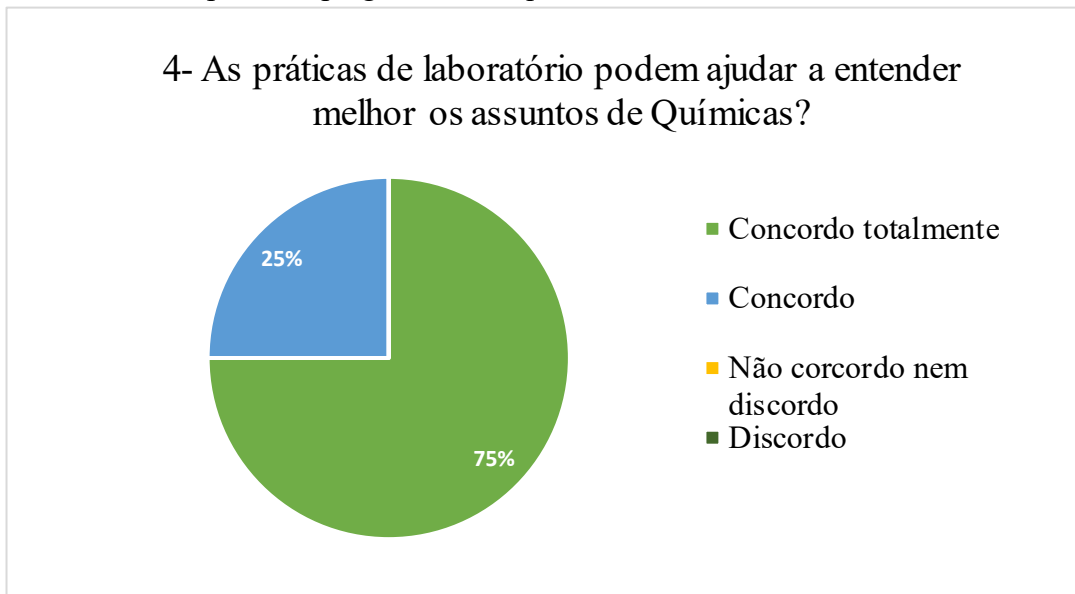
Fonte: Elaborada pelo autor.

Conforme é observado no Gráfico 3, a maioria dos estudantes discorda (50%) ou discorda totalmente (4,54%) da pergunta, evidenciando que os alunos foram expostos a aulas práticas de Química envolvendo algum tipo de experimentação no laboratório. No entanto, uma parcela relevante dos alunos concorda (11,36%) ou concorda totalmente (4,54%), indicando que, para esses, a abordagem tradicional é mais explorada com a turma.

Contudo, um percentual mediano dos alunos respondeu como neutro (27,27%), ou seja, que as aulas têm uma abordagem equilibrada entre prática e teoria. Por fim, a os resultados apontaram que a turma tem um contato elevado com a parte experimental; porém, a relação entre teoria e prática é insatisfatória, levando a um baixo nível de aprendizado.

Na questão 4º, os estudantes foram questionados se as práticas experimentais de laboratório podem ajudar a entender melhor os assuntos abordados na disciplina de Química. A presente questão foi elaborada com finalidade de visualizar a percepção quanto à importância da experimentação na assimilação de conteúdos, geralmente com nível de abstração bem elevado que não está relacionado com o cotidiano dos estudantes, tornando a aprendizagem dinâmica com foco na participação do estudante. A questão foi montada utilizando o modelo de escala Likert do tipo concordância.

Gráfico 4 – Resposta da pergunta 4º do questionário 1

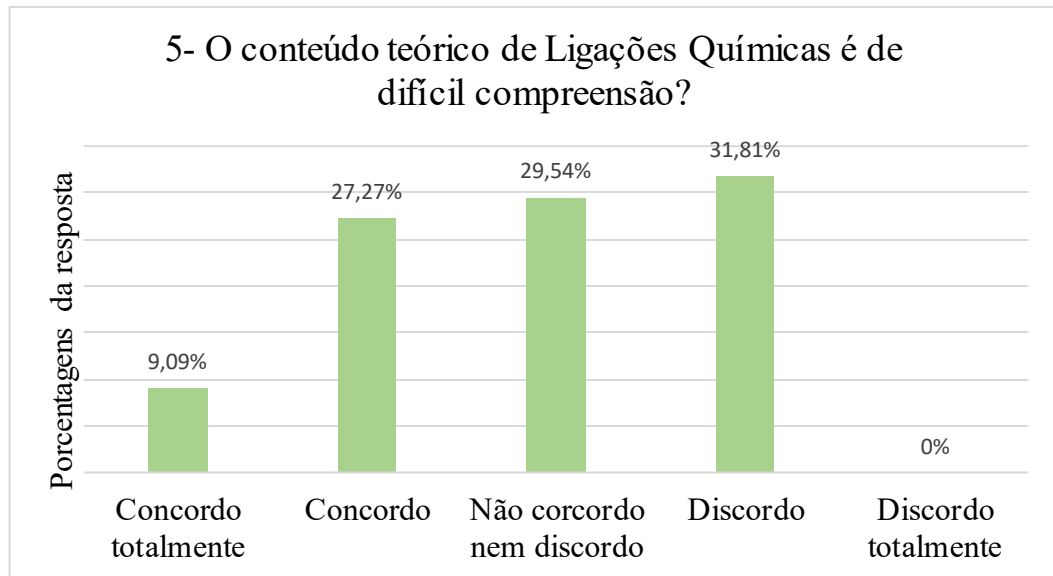


Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise dos resultados contidos no Gráfico 4 revelou que a totalidade da turma concorda (25%) ou concorda totalmente (75%) com a pergunta, mostrando que a abordagem de aprendizagem baseado na experimentação, na visão dos alunos, é importante para a compreensão de conteúdos complexos que exigem uma contextualização mais elaborada em aula. Podemos concluir, com base nos resultados obtidos, que a ampla maioria dos estudantes da turma concorda que a experimentação detém um papel fundamental na construção da aprendizagem.

Na pergunta 5º, o viés do questionamento explora a percepção dos estudantes sobre a dificuldade do conteúdo de Ligações Químicas, uma vez que os conhecimentos necessários para entender os conceitos empregados na descrição do assunto são densamente abstratos, como a Ligação Iônica e a Ligação Covalente, para os alunos do 1º ano do ensino médio da rede estadual. Vale ressaltar, que os alunos tiveram contato com o conteúdo de Ligações Químicas antes da aplicação desta metodologia, por meio das aulas ministradas pelo professor de Química responsável pela disciplina, logo a turma tem base suficiente para responder à indagação. A foi estruturada utilizando a escala Likert de cinco itens, com um item representando a neutralidade, do tipo concordância.

Gráfico 5 – Resposta da Questão 5° do questionário 1



Fonte: Elaborado pelo autor.

O resultado da 5ª questão, apresentado no Gráfico 5, apontou que uma parte dos estudantes concorda (27,27%) ou concorda totalmente (9,09%), revelando que existe uma dificuldade na aprendizagem do conteúdo de Ligações Químicas entre um número elevado de estudantes que compõem a turma. Por outro lado, uma parcela da turma discorda (31,81%) da pergunta, assim podemos inferir que a maioria dos alunos têm uma compreensão razoavelmente elevado sobre a teoria. Além disso, uma porcentagem optou pela neutralidade (29,54%), indicando que o conteúdo de Ligações Químicas não é difícil ou fácil. Portanto, ficou evidente com os resultados da questão que existe uma grande parte da turma com dificuldades no tema de Ligações Química.

A questão 6ª teve como intenção expandir o entendimento sobre a pergunta anterior, questionando os discentes a escreverem, com suas próprias palavras o que eles entendem sobre as Ligações Químicas. A seguir, estão algumas respostas coletadas:

- Estudante 1: “Em geral, as ligações iônicas e covalentes são formadas pelo compartilhamento de elétrons entre os átomos.”
- Estudante 2: “A ligação entre elementos ocorre pela troca de elétrons entre os átomos que buscam a estabilidade equivalente aos gases nobres.”
- Estudante 3: “É a força que mantém os átomos unidos para formar as moléculas.”
- Estudantes 4: “As ligações químicas ocorrem para que os átomos tenham semelhança e a estabilidade dos gases nobres.”

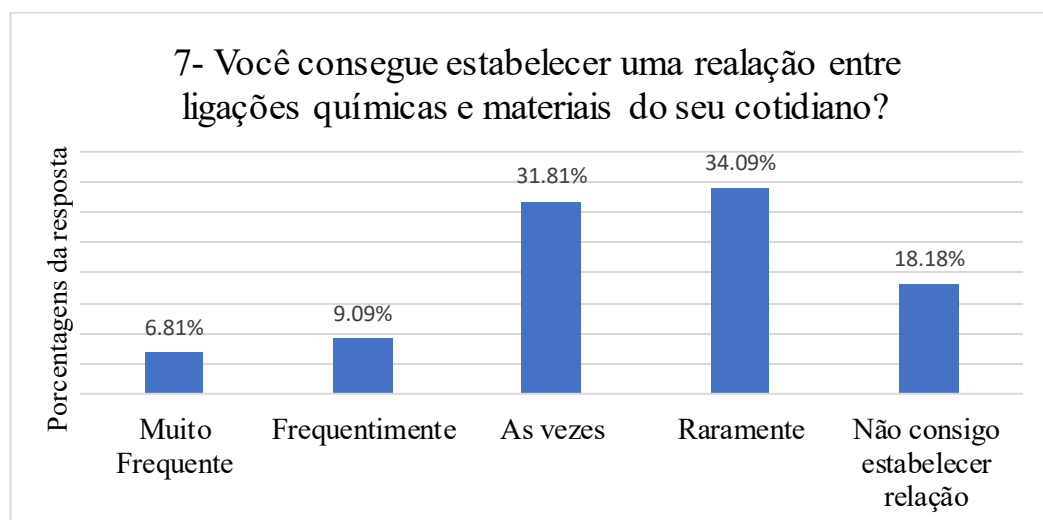
- Estudante 5: “A ligação covalente é formada pelo compartilhamento de elétrons da camada de valência para atingir a estabilidade dos gases nobres.”

A análise das repostas, mostrou que os alunos entendem o que é uma ligação, mas não conseguem descrever de maneira correta os conceitos, confundindo o processo de transferência de elétrons na ligação Iônica com o processo de compartilhamento de elétrons na ligação Covalente e sempre referenciando a regra do octeto em suas respostas, sem levar em consideração as exceções que não obedecem a regra e são estáveis, para alguns alunos o conceito de ligações parece não está diferenciado (Fernandez, Marcondes, 2006).

Além disso, cerca de 15 alunos tiveram uma dificuldade extrema em descrever o que eles entendiam sobre Ligações Químicas, respondendo que “não sabiam” ou que “estudaram, mas não conseguiam entender os conceitos”, contrastando com os resultados observados no Gráfico 5. Diante do exposto, as respostas dos alunos mostraram que maioria não domina totalmente os conceitos vistos em sala e que uma parte da turma apresenta uma deficiência de aprendizado, pois não conseguiram responder à pergunta.

Na pergunta 7°, foi questionado se os alunos conseguiram estabelecer uma relação entre as Ligações Químicas e os materiais de seu cotidiano. Essa pergunta pretende avaliar se os alunos conseguem trazer exemplo do seu cotidiano que envolvam Ligações Químicas e fujam dos exemplos de composto apresentados nos livros que geral não estão presentes no seu dia a dia. A pergunta foi elaborada utilizando escala do Tipo Likert com o modelo de frequência

Gráfico 7 – Resposta da questão 7° do questionário 1.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Podemos observar no Gráfico 6, que a ampla maioria dos alunos raramente (34,09%) estabelecem uma relação ou não conseguem estabelecer uma relação (18,18%) do conteúdo com materiais do seu cotidiano, o que evidencia a falta de contextualização do assunto de Ligações Químicas. Outra parcela da turma declarou que às vezes (31,81%) conseguia estabelecer uma conexão enquanto apenas uma pequena parte da turma respondeu que frequentemente (9,09%) ou muito frequente (6,81%) consegue fazer a relação.

Para obter uma compreensão mais aprofundada, na questão 8 foi pedido para que alunos os dessem exemplos de materiais que eles haviam conseguida relacionar na questão anterior. A seguir, algumas das repostas escritas pelos alunos podem ser observadas abaixo:

- Estudante 1: “A amônia (NH_3) presente nos produtos de limpeza tem ligação covalente.”
- Estudante 2: “O sal de cozinha (NaCl) possui ligação iônica.”
- Estudante 3: “A molécula de água tem ligação covalente.”
- Estudante 4: “Acredito que na composição das tintas têm vários compostos com Ligações Químicas.”

Ao analisar as respostas da questão 8º, fica perceptível que alguns alunos conseguem estabelecer uma relação entre os compostos e as ligações químicas. Por outro lado, cerca 8 alunos não responderam o questionamento, e outros 11 alunos responderam que não conheciam nenhum material ou têm dificuldades em pensar em material para descrever. Como resultado, podemos dizer que está de acordo com que é visto no Gráfico 7, ou seja, os estudantes possuem um grave déficit de aprendizagem em relação ao assunto de Ligações Químicas.

A pergunta 9º, foi pedido que aos alunos que descrevessem com suas palavras o que seria um cristal. A pergunta teve como intuito averiguar o conhecimento prévio dos estudantes sobre esses materiais. Logo abaixo podemos observar algumas respostas dos alunos:

- Estudante 1: “Cristais são sólidos formados por átomos, íons ou moléculas organizadas de forma ordenada e repetida em padrão tridimensional.”
- Estudante 2: “São pedras preciosas possuindo grande resistência e geralmente possuem um alto valor agregado.”
- Estudante 3: “Parecem ser de vidro e tem um brilho elevado.”

As respostas da questão 9º demonstram uma relativa surpresa, já que a resposta proveniente do estudante 1 revela um alto grau de conhecimento dos materiais cristalinos. O número 21 estudantes apontaram para o uso do senso comum para descrever os cristais como pedras preciosas, vidro e seu alto valor. Um total de 12 alunos respondeu que não sabia definir nada sobre os cristais e 10 alunos não responderam à pergunta.

5.1.2 Aula teórica sobre Ligações Químicas

Inicialmente, foi entregue aos estudantes alguns kits de cristais de minérios, o que permitiu que os visualizassem, de maneira concreta, a forma e composição. Isso gerou a formação de dúvidas sobre a formação dos minerais, composição e cores distintas. Introduzindo o tema da aula de maneira mais contextualizada para turma, utilizando a análise dos minérios como uma experiência concreta, como pode ser observado na Figura 6:

Figura 6 – Alunos visualizando os minerais



Fonte: Elaborada pelo autor.

A aula teórica seguiu-se após a visualização dos minerais, como forma de contextualização do tema. Foi utilizado slide como recurso didático e pedagógico para explicar as Ligações Químicas suas propriedades, formação e exemplos. A aula iniciou-se com a breve revisão de estrutura atômica, conforme o plano de aula, observado no APÊNDICE B, em seguida foi introduzido a definição de Ligação Química e logo após a Ligação covalente foi explorada. Primeiramente, foi abordada a representação de Lewis para os pares eletrônicos, seguida representação da ligação com traços. Por fim, a definição do que é Ligação Covalente

e exposta para a turma, e exemplos do seu cotidiano foram explorados em sala, como a sacarose e o surfactante do detergente, entre outros.

Após o término da parte referente à Ligação Covalente, iniciou-se a exposição do conteúdo de Ligação Iônica, onde foi abordado, primeiramente, a formação de cátions e ânions seguida da representação de Lewis para ambos os íons. Por fim, é comentado sobre a definição da ligação de iônica e exemplos do cotidiano dos alunos são abordados, como sal de cozinha (NaCl) e a dipirona sódica. Ao final da aula uma breve revisão é feita e as dúvidas proveniente da aula são esclarecidas, além disso alguns exercícios de fixação sobre o tema de Ligações Químicas são resolvidos junto com a turma.

5.2 Segundo encontro

A turma foi levada para o laboratório de Química, e todos os alunos presentes estavam obedecendo às medidas de proteção, ou seja, estavam utilizando jaleco e luvas. No primeiro momento, os alunos foram divididos em equipes e o roteiro da aula experimental, observado no APÊNDICE C, foi lido juntamente com os alunos, explicando passo a passo do procedimento experimental. Essa parte introdutória é importante, pois direciona os alunos de forma adequada para a execução da prática experimental. Além disso, todos os materiais que seriam utilizados na prática já foram organizados no dia anterior.

Em seguida, de posse de todas as informações, os estudantes pesaram a quantidade de reagente indicada no roteiro em um béquer de 100 mL. Então, o sólido pesado foi solubilizado com água destilada, Figura (7 e 8), é levado ao aquecimento para evaporar uma parte do líquido. Após isso, o béquer com a solução saturada é resfriado e mantido em repouso para que haja a formação dos cristais.

Figura 7 – Alunos solubilizando as substâncias sólidas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8 – Aluno solubilizando CuSO_4



Fonte: Elaborada pelo autor.

5.3 Terceiro encontro

5.3.1 *Visualização dos cristais formados*

Após uma semana do secundo encontro, os alunos retornaram ao laboratório de Química, sob os mesmos protocolos de segurança, para visualizar os cristais formados. Primeiramente, os alunos separaram os cristais do líquido restante presentes nos béqueres. Em seguida, colocaram os cristais secos em placas de petri para serem observados, conforme é visto na Figura 9:

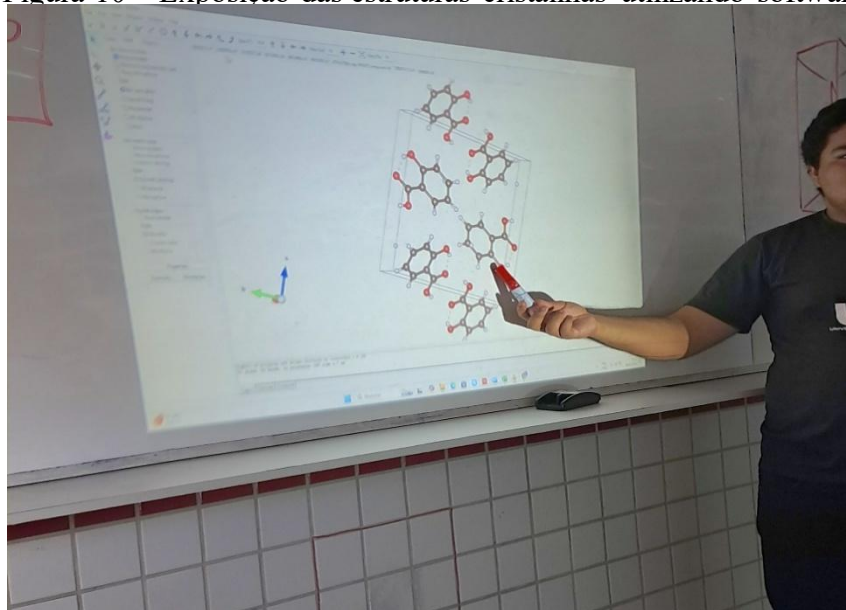
Figura 9 – Cristais formados na aula experimental



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao fim da observação dos cristais, os alunos voltaram para a sala de aula, onde a última parte da metodologia foi ministrada. Logo após o retorno, os arquivos em formato CIF, contendo a estrutura cristalina dos materiais utilizados na aula experimental, foram abertos no software Vesta[®] e projetados na lousa utilizando um Datashow, fornecido pela escola. Em seguida, todas as estruturas projetadas foram explicadas. Foi explorado o tipo de Ligação presente entre os átomos, tamanho de cada átomo e o comprimento das Ligações Químicas envolvidas, como pode ser observado na figura 10:

Figura 10 – Exposição das estruturas cristalinas utilizando software VESTA



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3.2 Análise do questionário final

Ao final da aplicação da metodologia, o questionário final foi aplicado e teve como objetivo avaliar o impacto da experimentação estruturada o ciclo de Kolb no aprendizado dos alunos. Além disso, foi explorado questões relacionadas a aulas experimentais e as estruturas cristalinas das Ligações Químicas. O questionário composto por 8 questões: 6 objetivas e uma 1 subjetivas foi impresso e aplicado no final do terceiro encontro depois de terminar a apresentação da estrutura dos cristais em sala. A estrutura do questionário pode ser observada a seguir Tabela 2:

Tabela 2 - Estrutura do questionário 2

Quantidade perguntas	Modelo	Tipo de pergunta
3	Escala Likert	Concordância
1	Escala tipo Likert	Avaliação
2	Objetiva	Avaliação de conhecimento
1	Subjetiva	Justificar a pergunta

Fonte: Elaborada pelo autor.

O questionário final foi respondido por 39 dos 45 alunos, pois no dia da aplicação um aluno havia faltado e outros 5 alunos não estavam em sala. A primeira questionou como os alunos avaliam metodologia de aprendizagem de Ligações Químicas experimental baseada no ciclo de Kolb utilizando a escala do Tipo Likert. A escala é composta de pôr itens que representam a avaliação, que o aluno pode ter sobre o questionamento que lhe foi perguntado, foi usada com o objetivo de coletar dados qualitativos a respeito do grau de relevância da disciplina de Química. A partir do espaço amostral de 39 estudantes que responderam à pergunta, obteve-se o seguinte resultado:

Gráfico 7 – Resposta da questão 1º do questionário final

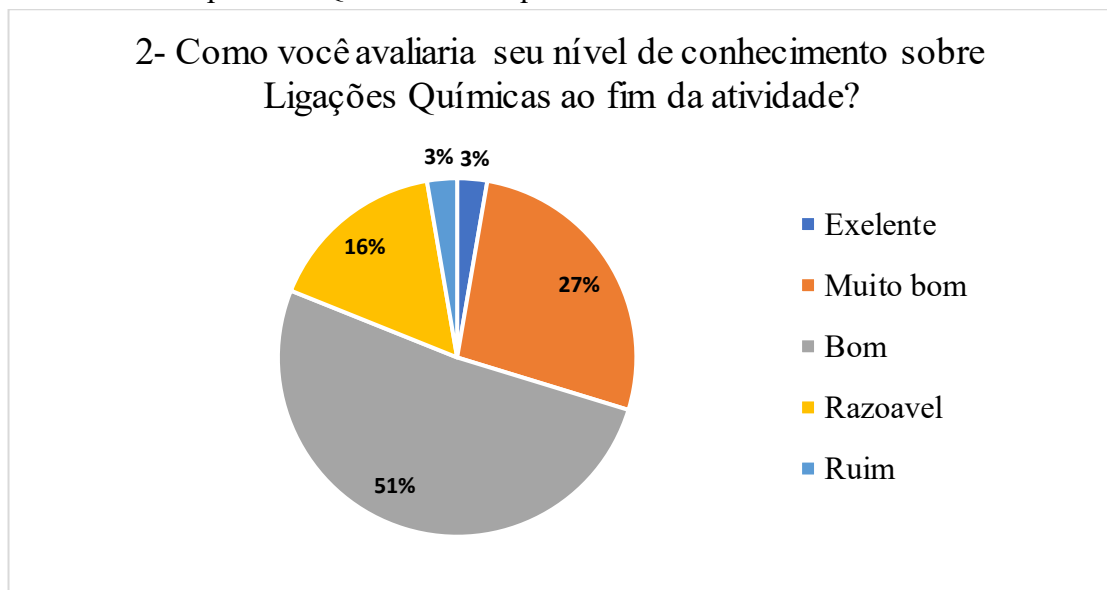


Fonte: Elaborada pelo autor.

No Gráfico 7, foi contabilizado que 41,02% avaliaram a metodologia como muito boa e outros 37,76% dos responderam que a metodologia foi excelente, demonstrando que método aplicado foi bem recebido pelos estudantes, mesmo sendo algo fora da rotina escolar. Uma porcentagem de 15,38% declara como sendo boa, e uma pequena parte da turma respondeu 5,12% indicando uma baixa satisfação com a metodologia. Nessa perspectiva, os alunos receberam de maneira positiva o método empregado nas aulas, ressaltando que nenhum teve uma percepção ruim.

O objetivo da 2ª questão foi averiguar se todo o percurso desenvolvido durante a aplicação do ciclo de Kolb teve um impacto significativo no nível de conhecimento sobre Ligações Químicas ao fim da atividade feita pela turma. A pergunta foi estruturada utilizada a escala Tipo Likert de avaliação.

Gráfico 8 – Resposta da Questão 2º do questionário final

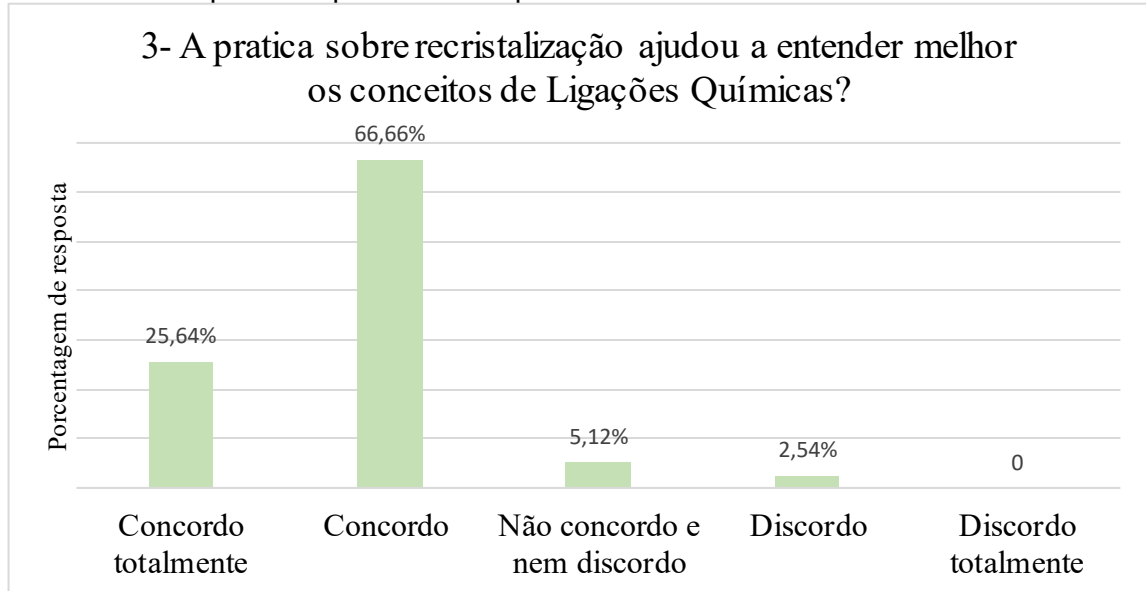


Fonte: Elaborada pelo autor.

A análise acentuada do Gráfico 8 permite inferir que a imensa maioria dos alunos que compõem a turma avaliou que seu conhecimento sobre Ligações Químicas como sendo positivo, mostrando um percentual de 3% como excelente, 27% como muito bom e o percentual de 51% que marcou com bom. Outro grupo de alunos teve resposta que seu conhecimento sobre assunto é razoável, o que corresponde a 16% do total, o que indicando que não conseguiram absorver de modo eficaz as informações apresentadas nos encontros. Por fim, uma pequena fração da turma 3% avaliaram como ruim. Vale ressaltar que poucos alunos não demonstraram interesse em participar ativamente das atividades propostas, o que evidencia o motivo da má avaliação.

Na questão 3, buscou-se verificar se prática experimental sobre recristalização ajudou os estudantes no entendimento o assunto de Ligações Químicas. O questionamento foi elaborado seguindo a escala Likert do tipo Concordância.

Gráfico 9 – Resposta da questão 3º do questionário final.

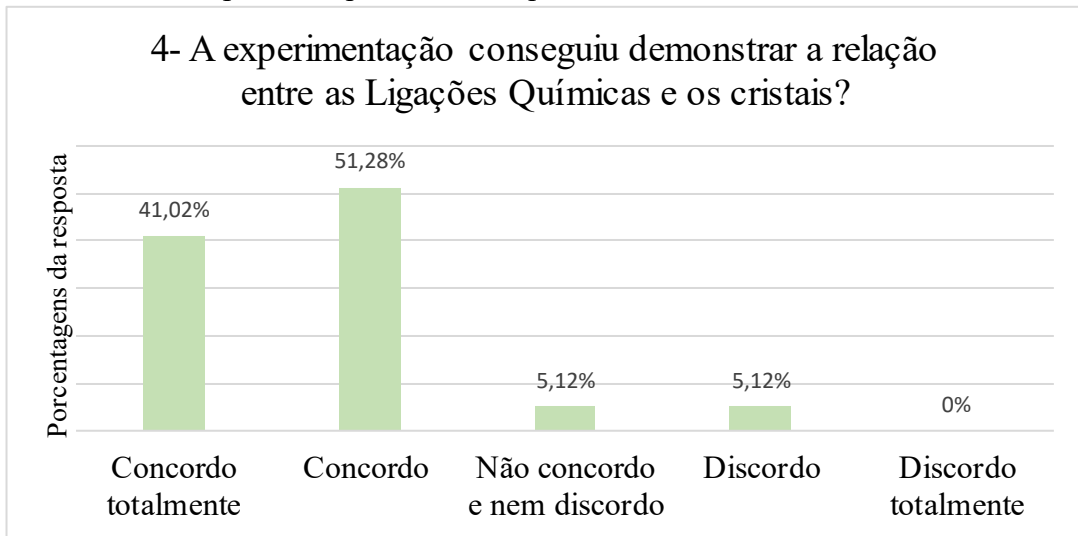


Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados contidos no Gráfico 9 revelaram que a prática experimental de recristalização, vivenciada pelos estudantes, teve um papel fundamental no entendimento do conteúdo, pois, 66,66% concordaram e 25,64% concordaram totalmente com a pergunta, ou seja, o objetivo essencial da metodologia foi realizado. Entretanto, 5,12% optaram pela neutralidade e 2,54% discordaram do questionamento, constatando o que havia sido observado no Gráfico 8, os alunos não prestaram atenção nas explicações durante os encontros, o que gerou uma falta de compreensão do assunto abordado na metodologia.

Na pergunta 4º, a turma foi questionada se experimentação conseguiu estabelecer a relação entre Ligações Químicas e Cristais. O objetivo dessa pergunta foi visualizar se os estudantes que participaram da experiência de laboratório tiveram dificuldades em entender como as ligações presentes nos compostos interagem para que haja o processo de nucleação responsável pela formação do cristal. Na ligação iônica estabilização das cargas dos íons atuam na formação do cristal, já o processo da ligação covalente ocorre devido às forças intermoleculares dipolo-dipolo e ligação de hidrogênio. A pergunta foi elaborada utilizando a escala Likert com modelo de concordância.

Gráfico 10 – Resposta da questão 4º do questionário final

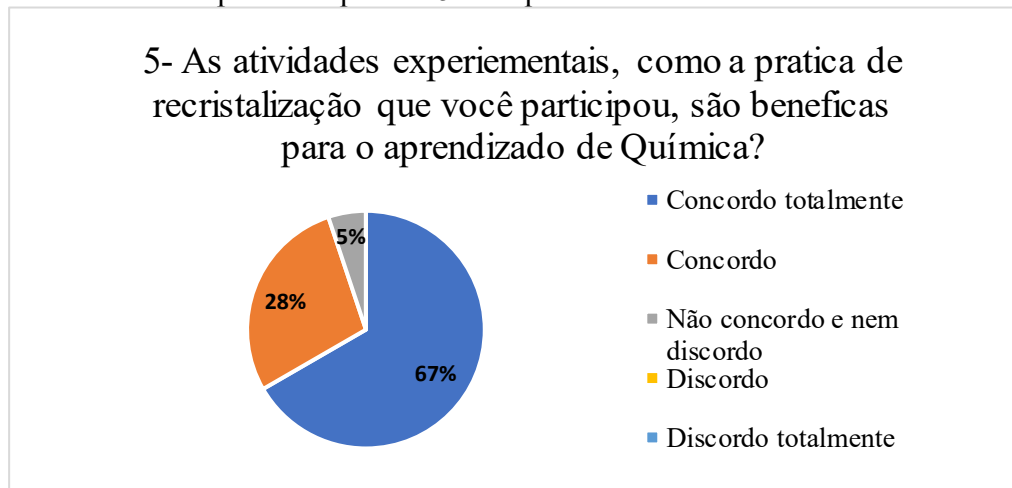


Fonte: Elaborado pelo autor.

As informações obtidas no Gráfico 10, estabelecem que os estudantes, em sua ampla maioria, que representa 41,02% concordaram totalmente e 51,28% concordaram, conseguiram visualizar que as ligações estão presentes nos cristais e sua estrutura está ligado à organização dos átomos e moléculas, como apontaram alguns estudantes em discussões durante a realização do experimento. No entanto, mesmo diante das respostas positivas de uma parte considerável da turma, cerca de 5,12% dos alunos responderam como neutra e 5,12% discordaram novamente as respostas negativas são pela falta de participação das discussões sobre o experimento.

A pergunta 5º, buscou avaliar a percepção dos estudantes sobre benefício das atividades experimentais para o aprendizado de Química. A questão foi construída empregando a escala Likert de concordância.

Gráfico 11 – Resposta da questão 5º do questionário final.



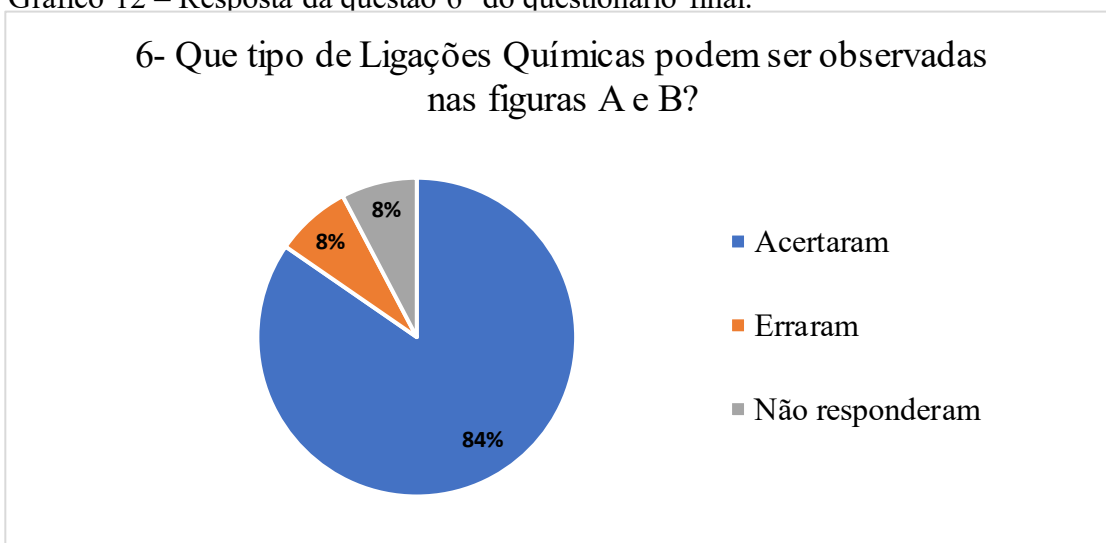
Fonte: Elaborada pelo autor.

As informações apresentadas no Gráfico 11, indicaram que 67% dos estudantes concordaram totalmente, revelando que a abordagem experimental utilizada para apresentar conteúdos complexos de Química, como, por exemplo as Ligações Químicas, são importantes para elevar a aprendizagem.

Outra parte relevante da turma, cerca de 28% responderam que concorda, porém não totalmente, visão que aponta a prática de laboratório como benéfica, mas não pode ser o foco principal, já que a experimentação é uma forma de esclarecer as informações assimiladas em sala de aula. Contudo, um pequeno grupo discente 5% assinalaram o questionamento como neutro, assim esse grupo demonstra não ter uma percepção formada.

O questionamento 6º foi elaborado de forma averiguar se alunos entenderam o conteúdo apresentado em sala. Para isso, na questão de múltipla escolha havia duas figuras de estruturas cristalinas distintas, A e B, que não apresentavam suas devidas nomenclaturas, e foi pedido aos alunos que identificassem o tipo de Ligação Química que estava representado em cada uma das estruturas.

Gráfico 12 – Resposta da questão 6º do questionário final.



Fonte: elaborada pelo autor

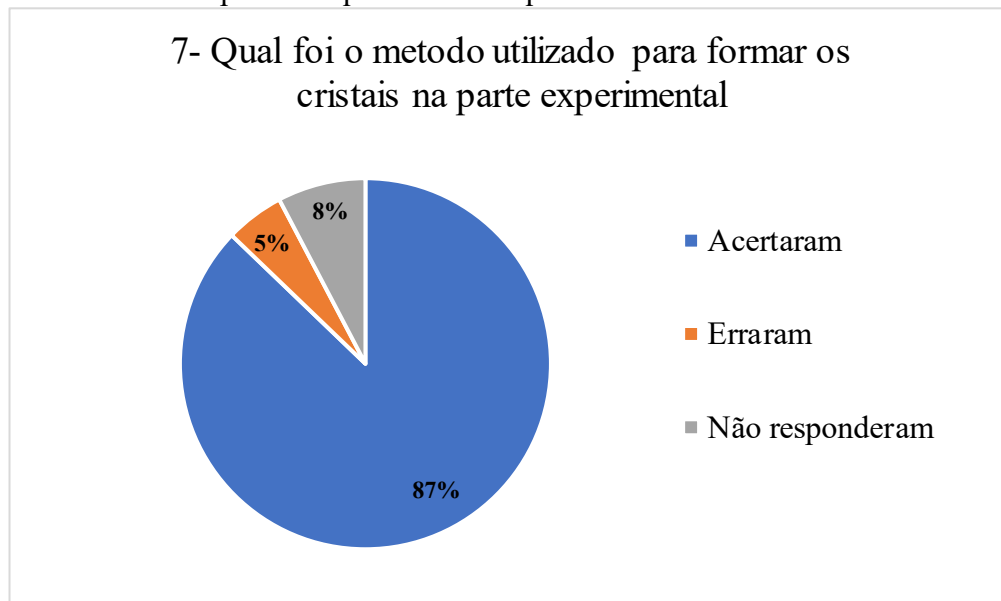
A respostas recolhidas e sintetizadas no Gráfico 12 foram satisfatórias, pois demonstraram que 84% da turma acertou quais os tipos de ligações químicas estavam presentes nas estruturas cristalinas da questão. Além disso demonstrou que a metodologia aplicada alcançou um nível aprendizado elevada no entendimento de ligações. Contudo, poucos alunos, cerca de 8%, erraram a pergunta, mas como observados nos Gráficos 3 e 4, alguns membros da turma não tiveram um interesse genuíno em participar da atividade, por isso, não absorveram o

conhecimento repassado durante os encontros o que ocasionou muitas respostas erradas, além disso outra observação negativa que 8% restante da turma não respondeu à pergunta.

Portanto, levando em consideração os dados obtidos na pergunta 6°, podemos inferir que o conhecimento assimilado pelos estudantes durante os encontros foi expandindo significativamente qualificando o uso da abordagem experimental sobre como satisfatória para o aprendizado.

O viés da pergunta 7° segue o mesmo princípio da pergunta anterior, ou seja, pretende avaliar o conhecimento teórico-prático transmitido ao longo da aplicação da metodologia. Para isso, na indagação, foi pedido aos discentes que marcassem a resposta que representava o método utilizado para formação dos cristais na prática experimental.

Gráfico 13 – Resposta da questão 7° do questionário final



Fonte: Elaborada pelo autor

A organização dos dados no Gráfico 13, revelou uma convergência com os resultados apresentados no Gráfico 12 da questão 6°, ou seja, a maior parte dos estudantes 87% acertou a pergunta evidenciando que a maioria da turma se manteve atenta durante a experimentação. Em contrapartida, de 5% dos alunos erraram a pergunta, relativamente simples, isso demonstra que a falta de engajamento prejudica a capacidade dos alunos entender os conceitos de química abordados na aula prática, além do mais 8% da turma não respondeu à pergunta.

Assim diante da análise das informações da questão 7°, pode-se afirmar que as conteúdos ministrado durante os encontros da metodologia foi fixado pela ampla maioria dos estudantes que compõem a turma.

A pergunta 8º, última pergunta do questionário final, retoma a ideia da pergunta 9º do questionário inicial, ao perguntar para os estudantes como eles descreveriam, com suas próprias palavras, as Ligações Químicas ao final da atividade. A seguir, estão algumas respostas escritas pelos estudantes:

- Estudante 1: “Ligações químicas são interações que resultam da atração entre cargas opostas ou compartilhamento de elétrons entre os átomos. Dependendo de como isso acontece, elas podem ser iônicas ou covalentes.”
- Estudante 2: “As ligações químicas existem porque os átomos buscam alcançar estabilidade energética. Segundo a regra do octeto, muitos elementos tendem a ter oito elétrons na camada de valência, o que torna a estrutura eletrônica semelhante aos gases nobres, ou seja, mais estáveis.”
- Estudante 3: “As ligações químicas funcionam de uma forma diferente: na ligação iônica, um átomo doa elétrons para outro átomo; já na ligação covalente, eles conectam elétrons, como em um cabo de guerra.”

Podemos observar nas respostas acima que o nível de detalhamento aumentou significativamente se comparado com as respostas obtidas no questionário inicial, constatando que processo de aprendizagem do assunto de Ligações Química, baseado na experimentação, teve sucesso. O mesmo que ocorreu na questão 9º do questionário anterior alguns alunos não responderam ou escreveram que não sabiam como responder podendo indicar uma dificuldade na hora elaborar a resposta ou uma falta de comprometimento em responder o questionamento.

6. COMCLUSÃO

Inicialmente, antes da aplicação da metodologia experimental baseada no ciclo de Kolb, os resultados do questionário inicial apontaram que os estudantes detinham uma boa percepção sobre a importância da disciplina de Química. Além disso, demonstram que reconheciam o papel da experimentação no desenvolvimento da aprendizagem, porém não conseguiram descrever de forma correta as ligações químicas.

Durante a realização da aula prática, a ampla maioria da turma participou de forma ativa na execução do experimento bem como no debate sobre ligações químicas durante os encontros. Observou-se também que os cristais formados durante a experimentação despertaram fascínio entre alunos em entender como esses materiais são formados.

Após a aplicação, os dados coletados, no questionário final, indicaram que a experimentação permitiu que os estudantes elevassem o nível de compreensão do conteúdo de ligações Químicas, assim como incentivou o pensamento crítico por meio da discussão dos temas abordados em sala e laboratório. Portanto, pode-se concluir que a abordagem experimental utilizando o ciclo Kolb foi uma estratégia pedagógica que teve êxito e contribuiu para tornar a aprendizagem do conteúdo de Ligações Químicas dinâmica.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BRITTAIN, H. **Polymorphism in Pharmaceutical Solids**. 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 2009.
- BRASIL. LEI Nº 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1996.
- COSTA, I; ANDRADE, F. **Experimentos didáticos de cristalização**. Terra e Didática, v. 10, n. 2, p. 91-104, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/td.v10i2.8637368> . Acesso em: 15 mar. 2025.
- DESCARTES, R. **Discurso do Método**. 2. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1996. (Os Pensadores).
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FERNANDES, C; MARCONDES, M. **Concepções dos Estudantes sobre Ligação Química**. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 1-3, 2006. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/afl1.pdf> . Acesso em: 20 mar. 2025.
- GONÇALVES, V; LEITE, M. **Instrumento para mensuração de atitudes frente ao processo de avaliação de desempenho**. Revista Brasileira de Enfermagem, Brasília, v. 5, p. 563-567, 2005.
- JOHNSTONE, A. **Chemical education research in glasgow in perspective**. Chemistry Education Research and Practice, v. 7, n. 2, p. 49-63, abr. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/B5RP90021B>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- KOLB, D. **Experiential learning: Experience as the source of learning and development**. Hoboken: Prentice-Hall, 1984.
- KOJIMA, A; TESHIMA, K; SHIRAI, Y; MIYASAKA, T. **Organometal halide perovskites as visible-light sensitizers for photovoltaic cells**. Journal of the American Chemical Society, v. 131, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/ja809598r>. Acesso em 9 mar. 2025.
- MARCONDES, M. **Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania**. Em Extensão. v. 7, p. 67-77, 2008.
- Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. 2018.
- MONTIS, R.; HURSTHOUSE, M. **Estudos estruturais e de cristalização de ácidos salicílicos substituídos**. CrystEngComm. v. 14, n. 3, p.3-4, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/C2CE25336D>. Acessado em: 5 mar. 2025.

MOMMA, K; IZUMI, F. **Vesta 3: for three-dimensional visualization of crystal, volumetric and morphology**. Versão 3.5.8. Tsukuba, 2011. Disponível em: <https://jp-minerals.org/vesta/en/download.html>. Acesso em: 10 jan. 2025

NEVES, L; FERNANDES, R. **História da Química: um livro texto para graduação**. Campinas, SP: Editora Átomo. 2014. 54 p.

SANTOS, W; SCHENETZLER, R. **Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão**. Química Nova na Escola, v. 3, p. 4-5, 1993. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/pesquisa.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2025.

TILLEY, R. **Cristais e estrutura cristalina**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2006.

PAULING, L. **The nature of the chemical bond: an introduction to modern structural chemistry**. 3. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1960. 521 p.

BRASIL. PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (5ª A 8ª SÉRIES). Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998.

RODRIGUES, T; SILVA, F; PASTORIZA, B; SANGIOGO, F; SOARES, A; SILVA, V. **Análise sobre a forma de apresentação do conhecimento químico: o conhecimento de ligações químicas em livros didáticos**. Química Nova na Escola, v. 44, n. 4, p. 2-4. 2022. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160324>. Acesso em 20 mar. 2025.

APÊNDICE A – Questionário Inicial

QUESTIONÁRIO INICIAL

Escola: _____ Data: __/__/__

Idade: _____ Gênero: _____ Turma: _____

- 1- Para você a Química é uma disciplina importante no ensino médio?
- Concordo totalmente
- Concordo
- Não concordo e nem discordo
- Discordo
- Discordo totalmente
- 2- Independente da resposta anterior, o seu nível conhecimento sobre Ligações Química pode ser Considerado?
- Excelente
- Muito bom
- Bom
- Razoável
- Ruim
- 3- A disciplina de Química é focada excessivamente na teoria?
- Concordo totalmente
- Concordo
- Não concordo e nem discordo
- Discordo
- Discordo totalmente
- 4- As práticas de laboratório podem ajudar a entender melhor os assuntos de Química?
- Concordo totalmente
- Concordo
- Não concordo e nem discordo

- Discordo
- Discordo totalmente

5- O conteúdo teórico de Ligações Químicas é de difícil compreensão?

- Concordo totalmente
- Concordo
- Não concordo e nem discordo
- Discordo
- Discordo totalmente

6- O que você sabe sobre Ligações Químicas? Descreva com suas palavras.

7- Consegue estabelecer uma relação entre Ligações Químicas e materiais do seu cotidiano?

- Muito frequente
- Frequentemente
- Às vezes
- Raramente
- Não consigo estabelecer relação

8- Sobre a questão anterior, quais materiais você conseguiu relacionar?

9- O que você sabe cristais? Descreva com suas palavras.

APÊNDICE B – Plano de aula

Plano de aula		
Professor: Luiz Felipe Costa Alves	Componente curricular: Química	série: 1º ano
Tema: Ligações Químicas	Duração: 50 minutos	Data: 08/05/2025
<p>Código da BNCC</p> <p>EM13CNT202 – Investigar propriedades de materiais e suas transformações com base em modelos explicativos das Ciências da Natureza, reconhecendo implicações socioambientais e tecnológicas.</p> <p>EM13CNT205 - Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.</p>		
<p>Objetivos da Aula</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compreender os conceitos envolvendo Ligações Químicas. • Identificar os tipos de ligações: Covalente e Iônica. • Escrever as Formulas dos compostos utilizando a notação de Lewis. • Relacionar as Ligações Químicas com materias do cotidiano. 		
<p>Competências Gerais Desenvolvidas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competência 1: Conhecimento – Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos pela ciência para entender e explicar a natureza da materia. • Competência 3: Repertório cultural – Valorizar as manifestações científicas como construções humanas e sociais. 		
<p>Habilidades Desenvolvidas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar as Ligações Químicas em materiais presentes no cotidiano. • Diferenciar os tipos de Ligações Químicas. • Utilizar simbologia científica básica de fórmulas químicas. • Aplicar raciocínio lógico e critico na resolução de problemas envolvendo Ligações. 		

Objetos de conhecimento**1. Átomo e sua estrutura eletrônica**

- Distribuição eletrônica de elementos.
- Configuração eletrônica e tabela periódica.

2. Natureza das Ligações Químicas

- Forças que unem átomos para formar substâncias.
- Estabilidade eletrônica e formação de ligações.

3. Ligação covalente

- Comparilhamento de pares de elétrons.
- Ligações simples, duplas e triplas.
- Fórmulas estruturais e moleculares.

4. Ligação Iônica

- Transferência de elétrons entre átomos.
- Formação de cátions e ânions.
- Propriedades dos compostos iônicos: Ponto de fusão, condução elétrica em solução.

5. Relação das reações químicas com o cotidiano

- Exemplos do dia a dia: sal de cozinha (NaCl), a água (H₂O) e sacarose (C₁₂H₂₂O₁₁).

Conteúdo

1. Revisão de estrutura eletrônica dos átomos.
2. Conceito de Ligações Químicas.
3. Tipos de Ligações Químicas:
 - Ligação Iônica
 - Ligação Covalente

Metodologia (Estratégias de Ensino)

- Aula expositiva e dialogada com uso do quadro.
- Estímulo à participação com a problematização do tema.
- Resolução de exercícios envolvendo o assunto Ligações Químicas.

Desenvolvimento da Aula (Roteiro)

Tempo

Cronograma da aula

- 0–5 min Revisão: Breve revisão sobre estrutura eletrônica dos átomos.
- 5–15 min Introdução ao tema: definição do conceito de ligações Químicas, e a discussão sobre a presença das ligações no cotidiano
- 15–30 min Apresentação e classificação dos tipos de Ligações Químicas: projetar quadro slides sobre ligações e exemplos do cotidiano.
- 30–45 min Resolução de exercícios no quadro: o professor propõe e resolve com os alunos exercícios de cada tipo de Ligação Química.
- 45–50 min Síntese da aula: breve revisão dos conceitos expostos e perguntas orais para verificar a compreensão do tema.

Avaliação

- Participação nas discussões da aula e na resolução dos exercícios;
- Capacidade de identificar corretamente os tipos de Ligações.

Recursos Didáticos

- Quadro branco, projetor, marcador, notebook;
- Caderno e material do aluno.

Referências

- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio, 2018.
- FELTRE, R. Química Geral: v. 1. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- Canto, E. Peruzzo, F. Química: uma abordagem no cotidiano. v. 1. 4 ed. São Paulo: Moderna, 2007.

APÊNDICE C – Roteiro de pratica

Aplicação do Projeto de Pesquisa

Período: 2025.1

Pesquisadores: Discente Luiz Felipe Costa Alves Prof. Dr. Pierre Basilio
Almeida Fechine

RECRISTALIZAÇÃO DE SAIS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS POR EVAPORAÇÃO LENTA EM MEIO AQUOSO.

1.INTRODUÇÃO

Os cristais são símbolos de fascínio da humanidade devido suas formas, cores e brilho, por exemplo na Idade Média foram amplamente utilizados na fabricação de joias e objetos de decoração. Atualmente os materiais cristalinos são de extrema importância para vários seguimentos da ciência como ambiental, industrial e a área da saúde (Tilley, 2006).

A recristalização é um método bastante utilizado na purificação de produtos obtidos em reações de síntese orgânica ou inorgânica. O princípio da técnica se baseia na solubilidade do soluto em um solvente, o solvente deve dissolver pouco o soluto em temperatura ambiente.

Ademais, o método pode ser empregado usando a supersaturação do solvente a quente, ou seja, o soluto será dissolvido no solvente, em uma temperatura elevada, até que não seja mais possível ser dissolvido. Ao resfriar haverá uma grande quantidade de átomos ou moléculas presentes na solução isso resultará no processo de nucleação, ou seja, na formação dos cristais pela interação do excesso de átomos ou moléculas dos compostos.

2.OBJETIVO

Formação de cristais por meio da recristalização utilizando Cloreto de sódio (NaCl), Cloreto de potássio (KCl), Sulfato de cobre (CuSO₄) e Ácido salicílico.

3. MATERIAIS E METODOS

3.1 Materiais

- Béquer (100 mL)
- Erlenmeyer (1000 mL)
- Bastão de vidro
- Proveta (100 mL)
- Chapa aquecedora
- Espátula
- Cloreto de sódio
- Sulfato de Cobre (II)
- Cloreto de Potássio
- Ácido salicílico
- Água destilada

3.2 Método

Cerca de 6 gramas de cada sal devem ser pesados e separados em béqueres de 100 mL diferentes. Em seguida, as amostras devem ser diluídas em 30 mL de água aquecida a 100 °C sob. Após isso, amostras são deixadas na bancada para resfriar até que cheguem à temperatura. Ao final, os béqueres contendo as soluções saturadas devem ser deixados em repouso para que ocorra a formação dos cristais, conforme a adaptação do método de cristalização (Costa, Andrade, 2015), até o terceiro encontro.

4. REFERÊNCIAS

COSTA, I; ANDRADE, F. **Experimentos didáticos de cristalização**. Terra e Didática, v. 10, n. 2, p. 91-104, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/td.v10i2.8637368>. Acesso em: 15 mar. 2025.

TILLEY, R. **Cristais e estrutura cristalina**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2006.

APÊNDICE D – Questionário final

QUESTIONÁRIO FINAL

Escola: _____ Data: __/__/__

Idade: _____ Gênero: _____ Turma: _____

- 1- Como você avalia a eficácia do aprendizado de ligações químicas por meio pratica de recristalização baseada no Ciclo de Kolb?
- () Excelente
 - () Muito bom
 - () Bom
 - () Razoável
 - () Ruim
- 2- Como você avaliaria seu nível de conhecimento sobre ligações químicas ao fim da atividade?
- () Excelente
 - () Muito bom
 - () Bom
 - () Razoável
 - () Ruim
- 3- A pratica sobre recristalização ajudou a entender melhor os conceitos de ligações químicas?
- () Concordo totalmente
 - () Concordo
 - () Não concordo e nem discordo
 - () Discordo
 - () Discordo totalmente
- 4- A experimentação conseguiu demonstrar a relação entre as ligações químicas e os cristais?

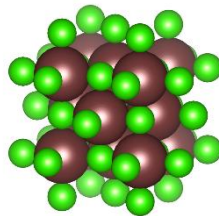
- Concordo totalmente
- Concordo
- Não concordo e nem discordo
- Discordo
- Discordo totalmente

5- As atividades experimentais, como a prática de recristalização que você participou, são benéficas para o aprendizado de química?

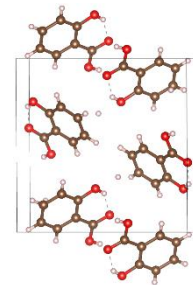
- Concordo totalmente
- Concordo
- Não concordo e nem discordo
- Discordo
- Discordo totalmente

6- Que tipo de ligações químicas podem ser observadas na figura A e B?

(A)



(B)



- Iônica e metálica
- Iônica e covalente
- Covalente e ligação de hidrogênio
- Covalente e metálica
- Não consigo perceber a presença de ligações químicas

7- Qual método foi utilizado na parte experimental para formação dos cristais

- Reação química
- Filtração
- Decomposição
- Recristalização
- Destilação

8- Descreva com suas palavras o que você sabe ligações químicas ao final da atividade?
