



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

ALINE MARIA DA SILVA FREITAS

**USO DE ANALOGIAS SUSTENTÁVEIS PARA REVISÃO DE CONCEITOS DE
LIGAÇÕES QUÍMICAS**

FORTALEZA

2025

ALINE MARIA DA SILVA FREITAS

USO DE ANALOGIAS SUSTENTÁVEIS PARA REVISÃO DE CONCEITOS DE
LIGAÇÕES QUÍMICAS

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Prof.^a Dra. Fátima Miranda Nunes

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F936u Freitas, Aline Maria da Silva.

Uso de analogias sustentáveis para revisão de conceitos de ligações químicas / Aline Maria da Silva Freitas. – 2025.

75 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Química, Fortaleza, 2025.

Orientação: Profa. Dra. Fátima Miranda Nunes.

1. Aprendizagem significativa. 2. Educação ambiental. 3. Ensino de química. 4. Interdisciplinaridade . 5. Metodologias ativas. I. Título.

CDD 540

ALINE MARIA DA SILVA FREITAS

USO DE ANALOGIAS SUSTENTÁVEIS PARA REVISÃO DE CONCEITOS DE
LIGAÇÕES QUÍMICAS

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Prof.^a Dra. Fátima Miranda Nunes

Aprovada em: 30/05/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Fátima Miranda Nunes (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

Prof. Dr. Elano Nery Ferreira
Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC)

Aos meus pais, meus avós, irmãos, sobrinhos,
amigos e meu eterno filhote, Lukíneo, por tudo.
Ao meu amor e melhor amigo, Henrique Mota.

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho representa não apenas o fim de uma etapa acadêmica, mas também o reflexo do apoio, incentivo e contribuição de muitas pessoas que fizeram parte dessa jornada.

Agradeço, em primeiro lugar, à minha professora orientadora, Prof.^a Dra. Fátima Miranda Nunes, que dedicou seu tempo e conhecimento, me guiando ao longo de todo o processo de elaboração deste trabalho. Sua orientação foi essencial para que este projeto se concretizasse. Estendo meu agradecimento a todos os professores que contribuíram para minha formação e à Universidade Federal do Ceará, pelo excelente nível acadêmico oferecido durante o curso.

Agradeço ao meu amigo e professor Renato Duarte e aos seus alunos, pelo apoio generoso ao longo dessa jornada, contribuindo de forma valiosa na coleta de dados para a elaboração e realização deste trabalho.

A todos meus colegas de curso, em especial à Jhon Menezes e Marcos Mesquita, pelas trocas diárias e apoio mútuo em disciplinas que compartilhamos e sofremos juntos, e pelas trocas enriquecedoras que tornaram essa trajetória mais leve e significativa.

Aos meus amigos de toda uma vida, Alysson, David, Fabrícia, Lisyanne, Maura, Sinara, Venicio e Yara, meu mais profundo agradecimento. Obrigada por cada palavra de incentivo, pelas gargalhas e momentos juntos que aliviaram os momentos difíceis e pela amizade que atravessa os anos com tanta lealdade e carinho. Ter vocês por perto, mesmo nos momentos mais desafiadores, fez toda a diferença nessa jornada.

Agradeço também aos meus colegas de trabalho, Amanda, Bruna, Débora, Helena, Isabella, João, Juliana, Lidia, Lucas, Marcella, Mayla, Natália, Ricardo e Stephanie, que foram muito mais do que simples companheiros de rotina profissional. Ao longo dessa caminhada, se tornaram verdadeiros amigos, oferecendo apoio, compreensão e incentivo nos momentos em que mais precisei. Sou grata por cada conversa, cada gesto de empatia e por todo o suporte que recebi, mesmo diante dos desafios que conciliar o trabalho com os estudos impôs.

À minha família, minha base, deixo minha gratidão mais profunda. Aos meus pais, Arimatéa e Eliane, por todo amor, esforço e exemplo de força e generosidade. Aos meus irmãos, Natália e Tiago, por dividirem comigo não só a vida, mas também palavras de força, gestos de cuidado e um amor que não se mede. Aos meus sobrinhos, Letícia, Lucas e Raul, que com leveza e alegria iluminam meus dias. E, com saudade e carinho eterno, aos meus avós Joana e

Sérgio, cuja memória me acompanha e inspira até hoje, por tudo o que representaram em minha vida.

Ao meu fiel companheiro Lukíneo cachorríneo, meu afeto mais puro, agradeço por estar comigo em todos os dias, mesmo sem dizer uma palavra. Seu amor silencioso foram bálsamos em momentos de cansaço, frustração, tristeza e estresse. Cada vez que você se deita ao meu lado, me lembra de respirar e seguir com calma. Você traz leveza e alegria nos dias mais pesados, e por isso, meu amor e gratidão por você também são imensos. Você é, sem dúvida, uma das melhores companhias que tive nessa caminhada.

Ao amor da minha vida, Henrique Mota, meu alicerce e meu companheiro em todos os sentidos, deixo um agradecimento que carrego com o coração inteiro. Sua presença constante, seu apoio incondicional e sua paciência nos momentos mais difíceis é fundamental para que eu siga firme, mesmo quando tudo parece desmoronar. Você acredita na minha capacidade quando eu mesma duvido, me motiva com palavras e gestos silenciosos, me acolhe nos dias exaustivos e celebra comigo cada pequena conquista. Obrigada por ser abrigo, incentivo e amor. Nada disso teria o mesmo significado sem você ao meu lado.

Por fim, agradeço a mim mesma. Por não ter desistido, mesmo diante das incertezas, dificuldades e do cansaço. Por continuar acreditando em mim, mesmo quando as dúvidas insistiram em aparecer. Por cada passo firme, cada madrugada de esforço, cada decisão corajosa ao longo dessa caminhada. Enfrentar os desafios com determinação e coragem em mim mesma foi um dos maiores aprendizados dessa jornada — e é com orgulho que reconheço a força que encontrei dentro de mim.

A todos, minha eterna gratidão.

O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos. (AUSUBEL et al., 1980, p.iv).

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar a aplicabilidade e a eficácia do uso de analogias, contextualizadas com a sustentabilidade, como estratégia didática na revisão dos conceitos de ligações químicas no ensino médio. A metodologia adotada foi de abordagem mista, qualitativa e quantitativa, com aplicação de questionários diagnósticos e avaliativos, além de atividade prática de construção de analogias pelos próprios alunos. Participaram da pesquisa 38 estudantes do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Educação Profissional Eusébio de Queiroz, localizada no município de Eusébio, no Ceará. Os dados diagnósticos revelaram que, embora todos os alunos tivessem, ao menos, familiaridade básica com o conteúdo, 53% demonstrava insegurança conceitual e dificuldade de compreensão sobre ligações químicas, e 58% nunca haviam refletido sobre sua relação com a sustentabilidade. Após a intervenção pedagógica, os dados avaliativos mostraram que 89,5% dos alunos afirmaram ter compreendido melhor os conceitos, destacando a clareza conceitual promovida pelas analogias e o aumento da motivação e do interesse pelas aulas. Observou-se também que a integração com a temática da sustentabilidade favoreceu a contextualização do conteúdo e ampliou a percepção dos alunos sobre a relevância da Química na vida cotidiana. Conclui-se que o uso de analogias sustentáveis, quando associado à mediação docente e à avaliação formativa, constitui uma ferramenta potente para promover aprendizagem significativa e conscientização socioambiental, devendo ser considerado como uma estratégia complementar ao ensino de Química.

Palavras-chave: aprendizagem significativa; educação ambiental; ensino de Química; interdisciplinaridade; metodologias ativas.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the applicability and effectiveness of using analogies, contextualized with sustainability, as a teaching strategy for reviewing chemical bonding concepts in high school. The methodology adopted was a mixed approach, both qualitative and quantitative, involving the application of diagnostic and evaluative questionnaires, as well as a practical activity in which students constructed their own analogies. The research involved 38 second-year high school students from the Eusébio de Queiroz State School of Professional Education, located in the municipality of Eusébio, in the state of Ceará, Brazil. Diagnostic data revealed that, although all students had at least basic familiarity with the topic, 53% demonstrated conceptual insecurity and difficulty understanding chemical bonding, and 58% had never reflected on its relationship with sustainability. After the pedagogical intervention, evaluative data showed that 89.5% of the students reported improved understanding of the concepts, highlighting the conceptual clarity promoted by the analogies and the increased motivation and interest in the lessons. It was also observed that integrating the theme of sustainability favored the contextualization of the content and expanded students perception of the relevance of Chemistry in everyday life. It is concluded that the use of sustainable analogies, when combined with teacher mediation and formative assessment, constitutes a powerful tool for promoting meaningful learning and socio-environmental awareness, and should be considered a complementary strategy to Chemistry teaching.

Keywords: meaningful learning; environmental education; Chemistry teaching; interdisciplinarity; active methodologies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Triângulo de Johnstone - Níveis de compreensão em Química	19
Gráfico 1	– Questão 01 da Avaliação Diagnóstica	36
Gráfico 2	– Questão 03 da Avaliação Diagnóstica	38
Gráfico 3	– Questão 04 da Avaliação Diagnóstica	39
Gráfico 4	– Questão 06 da Avaliação Diagnóstica	41
Gráfico 5	– Questão 07 da Avaliação Diagnóstica	42
Gráfico 6	– Questão 08 da Avaliação Diagnóstica	43
Gráfico 7	– Questão 09 da Avaliação Diagnóstica	44
Gráfico 8	– Questão 01 da Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa	50
Gráfico 9	– Questão 02 da Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa	51
Gráfico 10	– Questão 03 da Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa	52
Gráfico 11	– Questão 05 da Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa	54
Gráfico 12	– Questão 07 da Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa	56
Gráfico 13	– Questão 08 da Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa	57
Gráfico 14	– Questão 09 da Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Analogias dos alunos 46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EPS	Educação para a Sustentabilidade
<i>et al.</i> ,	E outros
ONU	Organização das Nações Unidas
VSEPR	Teoria da Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Aprendizagem Significativa, Analogias e o Triângulo de Johnstone	16
2.2	Conceitos de Ligações Químicas e sua Evolução Histórica	20
2.3	O Contexto Sociocultural, Sustentabilidade e a Legislação Brasileira	23
2.4	Metodologias Ativas, Interdisciplinaridade e a Integração de Analogias Sustentáveis no Ensino de Ligações Químicas	25
2.5	Avaliação Formativa, Contextualização e Mediação Docente no Uso de Analogias	27
3	OBJETIVOS	29
3.1	Objetivo Geral	29
3.2	Objetivos Específicos	29
4	METODOLOGIA	30
4.1	Tipo de Pesquisa	30
4.2	Participantes	30
4.3	Procedimentos de Coleta de Dados	30
4.3.1	<i>Diagnóstico Inicial - Identificação das Concepções Prévias</i>	30
4.3.2	<i>Aula Expositiva - Revisão Teórica dos Conceitos</i>	31
4.3.3	<i>Intervenção Pedagógica - Aplicação das Analogias Sustentáveis</i>	31
4.3.4	<i>Avaliação Final - Percepção dos Alunos</i>	32
4.4	Análise dos Dados	32
4.5	Recursos Utilizados	33
4.5.1	<i>Recursos Materiais</i>	33
4.5.2	<i>Recursos Tecnológicos</i>	33
4.5.3	<i>Recursos Humanos</i>	33
4.5.4	<i>Recursos Institucionais</i>	33
4.6	Aspectos Éticos	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1	Diagnóstico Inicial: Concepções Prévias dos Alunos	35
5.2	Análise das Analogias Criadas pelos Alunos	45
5.2.1	<i>Análise das Analogias Criadas</i>	47

5.2.2	<i>Avaliação da Atividade como Estratégia de Verificação.....</i>	49
5.3	Impacto das Aulas na Compreensão dos Alunos	49
5.4	Relação entre Ligações Químicas e Sustentabilidade	50
5.5	Reflexão sobre a Metodologia Utilizada	60
6	CONCLUSÃO	62
	REFERÊNCIAS	64
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO	68
	APÊNDICE B – PLANO DE AULA 01	70
	APÊNDICE C – PLANO DE AULA 02	72
	APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO REFLEXIVO E AUTO AVALIATIVO	74

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Química no nível médio apresenta desafios significativos, especialmente devido à natureza abstrata de muitos de seus conceitos. Entre os conteúdos que geram maior dificuldade para os estudantes estão as ligações químicas, que envolvem interações microscópicas entre átomos e moléculas, impossíveis de serem observadas diretamente. Essa característica contribui para a construção de concepções alternativas e, consequentemente, para dificuldades na aprendizagem. Conforme apontado por Vosniadou (2020), os alunos possuem crenças profundamente arraigadas que conflitam com conceitos e teorias científicas. Além de concepções errôneas, outros termos como preconceitos, estruturas alternativas e crenças ou teorias intuitivas têm sido usados para caracterizar essas ideias, o que pode dificultar a compreensão de conceitos complexos, como as ligações químicas. Nesse cenário, torna-se essencial buscar metodologias didáticas que favoreçam não apenas a introdução, mas também a revisão, consolidação e ressignificação desses conceitos, garantindo uma compreensão mais profunda e significativa.

Dentre as estratégias pedagógicas utilizadas no ensino de Ciências, as analogias destacam-se como um recurso valioso para a mediação do conhecimento. Ao associar um conceito abstrato a uma situação familiar ao estudante, as analogias permitem que novas informações sejam assimiladas de maneira mais clara, concreta e contextualizada. Harrison e Treagust (2006a) destacam que as analogias são ferramentas poderosas para facilitar a compreensão de conceitos científicos, mas alertam para o risco de interpretações equivocadas quando não são utilizadas de forma criteriosa. Em estudos posteriores, Harrison e Treagust (2006b) aprofundam essa discussão ao demonstrar empiricamente os efeitos das analogias na aprendizagem de ligações químicas. Nesse sentido, a seleção, construção e aplicação das analogias devem ser cuidadosamente planejadas, para que cumpram de fato seu papel pedagógico. Além disso, a revisão contínua de conceitos por meio de analogias favorece a superação de concepções alternativas, incentivando a reconstrução ativa do conhecimento.

Nesse contexto, a interdisciplinaridade com a temática da sustentabilidade surge como uma alternativa promissora para tornar o ensino de Química mais dinâmico, atual e socialmente relevante. A Educação para a Sustentabilidade (EPS) é um eixo fundamental da contemporaneidade, pois incentiva a reflexão crítica sobre o uso dos recursos naturais e a responsabilidade ambiental. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça essa perspectiva, ao destacar a importância de práticas pedagógicas que desenvolvam competências

socioambientais nos alunos (Brasil, 2018). Assim, inserir temas sustentáveis no ensino de Química possibilita não apenas contextualizar os conteúdos científicos, mas também promover a conscientização sobre problemas ambientais como poluição, escassez de recursos e impactos da ação humana sobre o planeta. Ao relacionar a revisão das ligações químicas a analogias sustentáveis, amplia-se o significado do conteúdo, conectando-o aos desafios do mundo real.

Além disso, o avanço das metodologias ativas de ensino tem ressaltado a importância de colocar o estudante como protagonista no processo de aprendizagem. Modelos pedagógicos centrados na resolução de problemas, experimentação, uso de tecnologias e construção ativa do conhecimento têm ganhado espaço por sua eficácia na assimilação de conteúdos abstratos (Bacich; Moran, 2018). Freire (1996) também ressalta que uma educação verdadeiramente libertadora deve estimular a autonomia, a criticidade e o envolvimento do aluno na construção do saber. Assim, ao integrar o uso de analogias a temas como sustentabilidade e ao propor sua aplicação como ferramenta de revisão conceitual, constrói-se uma abordagem interdisciplinar, inovadora e humanizadora, alinhada com os princípios de uma educação transformadora.

A relevância dessa pesquisa fundamenta-se, portanto, na necessidade de aprimorar as estratégias didáticas utilizadas no ensino de Química, tornando-as mais atrativas, eficazes e conectadas à realidade dos alunos. Este trabalho busca analisar a percepção dos estudantes sobre o uso de analogias, investigando se essa abordagem facilita a compreensão e retenção dos conceitos de ligações químicas, além de explorar a interdisciplinaridade entre Química e Sustentabilidade. Para isso, adotou-se uma abordagem metodológica qualitativa e quantitativa, com aplicação de questionários, atividades avaliativas e observações em sala de aula, com o intuito de avaliar o impacto da intervenção didática proposta.

Dessa forma, esta pesquisa pretende contribuir com a prática docente, oferecendo uma alternativa metodológica viável e contextualizada, e também colaborar para a formação de estudantes mais críticos, conscientes e engajados com os desafios sociais e ambientais do século XXI. Ao integrar o ensino de Química com a sustentabilidade, espera-se não apenas favorecer a aprendizagem de conceitos científicos, mas também estimular a construção de uma consciência cidadã e ambiental comprometida com o futuro coletivo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aprendizagem Significativa, Analogias e o Triângulo de Johnstone

A aprendizagem significativa, conforme desenvolvida por David Ausubel e aprofundada por pesquisadores como Moreira (2006), é um dos fundamentos mais importantes para o ensino de Ciências, especialmente em áreas como a Química, cujos conteúdos frequentemente exigem alto grau de abstração. De acordo com essa teoria, o aprendizado ocorre de forma mais eficaz quando os novos conhecimentos são incorporados a estruturas cognitivas já existentes no aluno, de maneira não arbitrária e não literal. Para que isso ocorra, é necessário que o conteúdo tenha relevância potencial e que o aluno esteja disposto a aprender significativamente, ou seja, que se engaje ativamente na construção do conhecimento.

Na prática do ensino de Química, essa teoria ganha especial destaque. Muitos conceitos da disciplina – como orbitais, cargas elétricas, interações atômicas ou energia de ligação – não são acessíveis à observação direta, o que exige do aluno o uso de modelos mentais complexos. A aprendizagem significativa permite que esses modelos sejam compreendidos e internalizados a partir da ancoragem em conceitos já dominados.

Nesse contexto, o uso de analogias se mostra altamente eficaz. Segundo Glynn (1991), as analogias são recursos didáticos poderosos que contribuem para a aprendizagem significativa ao atuarem como pontes cognitivas entre o conhecimento novo e o pré-existente. Ao associar o comportamento de átomos a ações do cotidiano, como doar roupas ou dividir alimentos, os professores facilitam o processo de assimilação, permitindo que os estudantes relacionem os conceitos químicos com situações que fazem sentido em seu mundo.

Joseph Novak (2010), principal discípulo de Ausubel, amplia essa visão ao destacar que a aprendizagem significativa também depende da motivação e do envolvimento afetivo do aluno com o conteúdo. Para Novak, a aprendizagem não é apenas a aquisição de informações, mas um processo de transformação pessoal, onde o aluno reestrutura seu pensamento à medida que comprehende as relações entre os conceitos. As analogias, ao tocarem em experiências concretas, ativam emoções, memórias e representações, criando uma aprendizagem mais duradoura e integrada.

Essa abordagem torna-se ainda mais potente quando os próprios alunos constroem suas analogias promovendo o desenvolvimento de processos cognitivos superiores, como análise, síntese e avaliação. Além disso, o uso intencional de analogias ajuda a prevenir a aprendizagem

mecânica, caracterizada pela memorização desconectada do significado. Ao contrário, promove uma compreensão funcional do conteúdo, permitindo ao aluno aplicar os conceitos adquiridos em novos contextos e resolver problemas de forma autônoma.

Portanto, a articulação entre a Teoria da Aprendizagem Significativa e o uso de analogias no ensino de Química representa não apenas uma estratégia pedagógica, mas uma filosofia educacional que coloca o aluno como protagonista na construção do conhecimento. Ao favorecer a integração entre o saber científico e as vivências pessoais, essa abordagem contribui para uma educação mais humanizadora, crítica e transformadora.

Thiele e Treagust (1991) destacam que as analogias ajudam os alunos a estabelecerem conexões entre o que já conhecem e o que estão aprendendo, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa. No entanto, o uso inadequado de analogias pode gerar mal-entendidos ou concepções alternativas. Por isso, é essencial que os professores expliquem explicitamente os limites da analogia, destacando onde ela se aplica e onde falha. No contexto do ensino de ligações químicas, por exemplo, analogias como "danças" para descrever interações entre átomos podem ser úteis, mas devem ser complementadas com explicações detalhadas para evitar interpretações equivocadas.

Estudos como os de Harrison e Treagust (2000) apontam que, quando usadas estrategicamente, as analogias podem aumentar o interesse dos alunos pela disciplina e estimular o pensamento crítico, especialmente no ensino médio, onde a curiosidade e o engajamento são cruciais para o aprendizado. Dagher (1995) ressalta que as analogias também desempenham um papel importante na formação de modelos mentais, permitindo que os estudantes visualizem processos químicos que não podem ser diretamente observados.

A inserção de exemplos relacionados à sustentabilidade pode aumentar ainda mais o impacto dessas analogias, conectando o aprendizado à realidade contemporânea. Por exemplo, a analogia de ligações covalentes pode ser ajustada para comparar o compartilhamento de recursos naturais entre comunidades, destacando a necessidade de cooperação e uso consciente dos recursos. Essa abordagem interdisciplinar não só facilita o entendimento, mas também promove uma visão crítica sobre questões ambientais.

O uso de analogias no ensino médio apresenta inúmeras vantagens, como a capacidade de tornar os conceitos mais acessíveis e facilitar a retenção de informações (Orgill e Bodner, 2006). Analogias bem elaboradas podem também aumentar o engajamento dos alunos e estimular a curiosidade, tornando as aulas de química mais dinâmicas e interativas. A utilização de analogias relacionadas ao cotidiano dos estudantes tem se mostrado eficaz na promoção de

uma aprendizagem significativa (Treagust *et al.*, 1998).

Integrar questões de sustentabilidade às analogias, pode reforçar sua relevância e minimizar equívocos, tornando os conceitos mais acessíveis e conectados à realidade. Por exemplo, ao usar a analogia da "troca de figurinhas" para ligações iônicas, pode-se introduzir a discussão sobre o uso responsável de minerais em baterias recarregáveis. Essa integração contextualiza o conceito químico, conectando-o a desafios socioambientais contemporâneos.

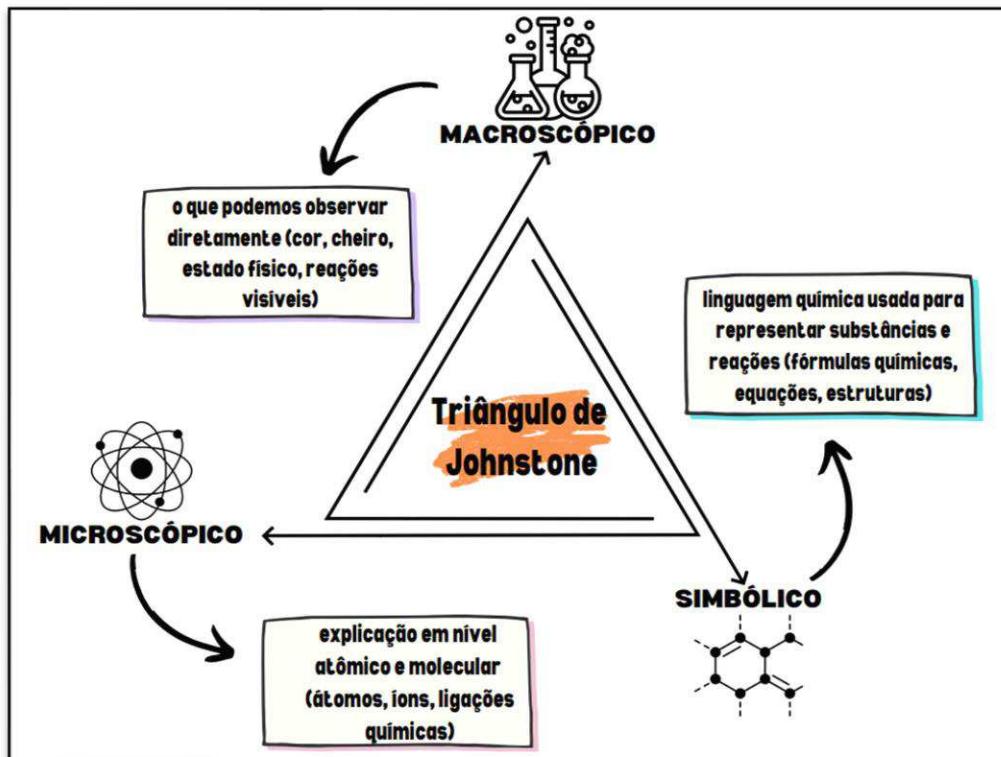
A pesquisa de Wong (1993) destaca que a eficácia das analogias está diretamente relacionada à capacidade do professor de adaptá-las à realidade dos estudantes e de integrá-las a uma sequência didática coerente. Além disso, é essencial avaliar continuamente o impacto dessas analogias sobre o aprendizado, ajustando-as conforme necessário para atender às necessidades específicas de cada turma.

Pesquisadores como Duit (1991) e Orgill e Bodner (2006) destacam que, apesar de seus benefícios, as analogias não devem ser utilizadas de forma isolada. É essencial que sejam integradas a uma sequência didática bem planejada, onde os alunos possam refletir sobre suas limitações e comparar diferentes representações de um mesmo conceito. Segundo Coll (2006), quando uma analogia é aplicada de forma inadequada ou sem o devido esclarecimento, pode reforçar equívocos ou gerar dificuldades adicionais para os alunos. Por isso, é fundamental que os professores expliquem as limitações de cada analogia e apresentem diferentes perspectivas para um mesmo conceito, permitindo que os estudantes desenvolvam uma visão mais crítica e abrangente.

Outro conceito central para a compreensão das dificuldades no ensino de Química é o Triângulo de Johnstone, proposto por Alex Johnstone (1991). Segundo esse modelo, o conhecimento químico pode ser compreendido e representado em três níveis interdependentes: o macroscópico, o microscópico e o simbólico, conforme representado na **Figura 1**.

O nível macroscópico refere-se aos fenômenos visíveis e tangíveis do cotidiano – como a efervescência de um comprimido, a mudança de cor em uma reação ou a liberação de gases. Já o nível microscópico corresponde à explicação desses fenômenos com base em entidades invisíveis, como átomos, íons e moléculas. Por fim, o nível simbólico abrange a linguagem científica da Química: fórmulas, equações, números de oxidação, representações de estruturas e diagramas eletrônicos.

Figura 1 – Triângulo de Johnstone – Níveis de compreensão em Química



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para Johnstone, grande parte das dificuldades enfrentadas pelos alunos decorre da falta de integração entre esses três níveis. Muitos estudantes conseguem descrever o que veem (nível macroscópico), mas não conseguem explicar o porquê (nível microscópico), ou então não conseguem transitar entre o fenômeno e sua representação simbólica. A Química, portanto, exige uma capacidade de pensamento multirepresentacional, o que impõe uma sobrecarga cognitiva significativa, especialmente para alunos em formação inicial (Taylor; Coll, 2002).

Nesse cenário, as analogias desempenham um papel essencial. Elas atuam como mediadoras entre os níveis de representação ao transformar o invisível (microscópico) em algo comprehensível por meio de situações do cotidiano (macroscópico), geralmente descritas em linguagem acessível (simbólica).

Além disso, analogias bem estruturadas podem ajudar a minimizar a fragmentação conceitual, pois oferecem ao aluno uma estrutura mental unificada para compreender fenômenos químicos complexos. De acordo com Taber (2001), estratégias didáticas que reconhecem e exploram explicitamente os três níveis do Triângulo de Johnstone favorecem uma aprendizagem mais profunda e duradoura.

Assim, a articulação entre o Triângulo de Johnstone e o uso intencional de analogias

contribui de forma significativa para o desenvolvimento da competência representacional dos alunos, favorecendo não apenas a compreensão, mas também a comunicação e a aplicação dos conhecimentos químicos em diferentes contextos.

2.2 Conceitos de Ligações Químicas e sua Evolução Histórica

As ligações químicas constituem um dos temas centrais da Química e são fundamentais para a organização da matéria, a formação de substâncias e a explicação de propriedades físico-químicas dos materiais. Elas envolvem interações eletrostáticas entre átomos e íons, resultando na formação de compostos com diferentes comportamentos e funções. Tradicionalmente, as ligações são classificadas em três principais tipos: iônicas, covalentes e metálicas, cada uma com características distintas quanto ao tipo de átomo envolvido, à distribuição dos elétrons e às propriedades resultantes (Atkins; Jones, 2006).

As ligações iônicas envolvem a transferência de elétrons entre átomos com grande diferença de eletronegatividade – geralmente entre metais e não metais. O átomo metálico doa elétrons, tornando-se um cátion, enquanto o não metálico os recebe, formando um ânion. Essa atração eletrostática entre íons de cargas opostas mantém os átomos unidos. No ensino, esse processo muitas vezes é confundido com uma “junção física” de partículas, o que gera concepções alternativas equivocadas. Para facilitar a compreensão, os professores podem recorrer a analogias visuais e relacionáveis, como a da “doação de roupas”: um átomo que tem de sobra (o metal) doa para outro que está em falta (o não metal). Essa associação ajuda a ilustrar o caráter unidirecional da transferência eletrônica e reforça a noção de estabilidade alcançada com a formação do composto.

As ligações covalentes, por sua vez, envolvem o compartilhamento de pares de elétrons entre átomos de eletronegatividade semelhante, geralmente entre ametais. Esse tipo de ligação é a base da formação de moléculas como a água (H_2O), o dióxido de carbono (CO_2) e os compostos orgânicos. A analogia da “divisão de brinquedos entre crianças” ou do “poço de água compartilhado entre duas vilas” ajuda os estudantes a visualizarem a natureza cooperativa dessa ligação, na qual ambos os átomos se beneficiam da posse compartilhada dos elétrons. Essa forma de explicar o conteúdo reforça o caráter mutuamente benéfico da ligação covalente e ainda abre espaço para conexões com valores como empatia e colaboração, especialmente quando associada a temáticas sustentáveis, como o uso consciente dos recursos naturais.

Já as ligações metálicas envolvem o compartilhamento coletivo de elétrons entre

muitos átomos metálicos. Nesse tipo de interação, os elétrons de valência ficam deslocalizados e circulam livremente por toda a estrutura cristalina, formando o chamado “mar de elétrons”. Essa mobilidade eletrônica explica propriedades como a condutividade elétrica, a maleabilidade e o brilho metálico. Uma analogia eficaz nesse caso é a de uma colaboração comunitária, onde todos os participantes (átomos) compartilham os recursos disponíveis (elétrons), de maneira que ninguém perde e todos se beneficiam. Além disso, associar essa ideia ao reaproveitamento de metais reciclados, como o alumínio, contribui para reforçar o vínculo entre ciência, responsabilidade ambiental e cidadania.

Apesar de sua relevância, a aprendizagem dos tipos de ligação química continua sendo um dos grandes obstáculos no ensino médio. Os estudantes, conforme apontado por Johnstone (1991), têm dificuldades em transitar entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico, o que prejudica a construção de significados profundos. Concepções alternativas como “ligações são fios que conectam os átomos” ou “os átomos se grudam com cola” ainda são bastante comuns (Taber, 2001), e muitas vezes não são superadas apenas com explicações verbais ou representações tradicionais.

Nesse contexto, as analogias tornam-se ferramentas cognitivas poderosas para facilitar a compreensão. Quando bem elaboradas e acompanhadas de uma mediação docente adequada, elas auxiliam o aluno a visualizar o comportamento dos átomos e a interpretar os modelos teóricos. Conforme argumentam Mortimer e Scott (2002), o processo de aprendizagem exige que os alunos tenham oportunidade de expressar, discutir e confrontar suas ideias. O uso de analogias favorece esse processo, pois oferece uma linguagem acessível para explicação, permitindo a transição de uma visão leiga para uma perspectiva científica mais elaborada.

Além disso, é fundamental que o ensino de ligações químicas vá além da classificação e incorpore contextos de aplicação social e ambiental, mostrando, por exemplo, como o tipo de ligação influencia na degradação de materiais, na escolha de substâncias em processos industriais ou na inovação de novos compostos biodegradáveis. Ao conectar os conceitos à sustentabilidade e à vida cotidiana, amplia-se a relevância social do conteúdo, conforme recomenda a BNCC (Brasil, 2018).

Assim, compreender as ligações químicas não deve ser apenas um exercício de memorização de definições, mas sim um processo de apropriação crítica do conhecimento, que permite ao aluno interpretar fenômenos, tomar decisões informadas e agir de forma responsável diante dos desafios do mundo contemporâneo.

A evolução histórica do conceito de ligação química representa não apenas um

avanço fundamental na Química, mas também uma rica oportunidade pedagógica para explorar a natureza dinâmica da ciência. No século XIX, cientistas como August Kekulé e Archibald Couper propuseram que os átomos se uniam por meio de ligações para formar moléculas, estabelecendo os primeiros modelos estruturais baseados na ideia de valência — ou seja, a capacidade de um átomo formar um número fixo de ligações (Santos e Mortimer, 2002).

Posteriormente, no início do século XX, Gilbert Lewis introduziu o conceito de pares de elétrons compartilhados, propondo representações em que os elétrons da camada de valência dos átomos se organizavam de forma a atingir estabilidade semelhante à dos gases nobres. Esse modelo foi um marco na história da Química, ao propor uma explicação mais clara e visual da ligação covalente. Pouco depois, Linus Pauling desenvolveu a Teoria da Ligação de Valência, que aprofundou a explicação ao incorporar conceitos da mecânica quântica, como a hibridização dos orbitais e o princípio da sobreposição para descrever as ligações químicas (Pauling, 1960).

A compreensão dessas transformações históricas oferece aos alunos não apenas uma perspectiva evolutiva do conhecimento científico, mas também a oportunidade de entender que os modelos são representações idealizadas, constantemente refinadas com o avanço da ciência. A introdução de modelos mais modernos, como a Teoria da Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência (VSEPR), permite exemplificar como a ciência busca precisão e aplicabilidade, mesmo que isso implique substituir ou complementar teorias anteriores.

Trazer essa linha evolutiva ao contexto escolar contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico, pois mostra que o conhecimento científico não é absoluto, mas fruto de um processo investigativo contínuo. Segundo Justi e Gilbert (2002), ensinar modelos científicos em sua dimensão histórica pode ajudar os alunos a perceberem as limitações de cada modelo, e assim valorizarem sua função explicativa, ao invés de vê-los como verdades imutáveis.

Nesse sentido, as analogias ganham papel ainda mais relevante: elas funcionam como ferramentas cognitivas semelhantes aos modelos históricos. Assim como a analogia simplifica um conceito novo ao associá-lo a algo familiar, os modelos científicos são analogias sofisticadas da realidade microscópica. Ao mostrar que a ligação iônica pode ser comparada a uma doação de objetos ou que a ligação metálica se assemelha a uma rede de colaboração, o professor aplica o mesmo princípio usado por Lewis ou Pauling ao construir representações mentais que explicam fenômenos invisíveis (Orgill e Bodner, 2004).

Portanto, apresentar aos alunos não apenas o que são as ligações químicas, mas como esses conceitos foram desenvolvidos historicamente, e como podem ser analogamente compreendidos, amplia a capacidade de abstração, promove a metacognição e fortalece a

aprendizagem significativa.

2.3 O Contexto Sociocultural, Sustentabilidade e a Legislação Brasileira

O contexto sociocultural dos alunos exerce influência significativa sobre o processo de ensino-aprendizagem, especialmente em disciplinas como a Química, cujos conteúdos são, muitas vezes, abstratos e descontextualizados da realidade cotidiana dos estudantes. Conforme Vygotsky (1978), o conhecimento é construído socialmente por meio da interação entre sujeitos e o meio em que estão inseridos. Assim, para que o ensino seja significativo, é fundamental que as estratégias pedagógicas adotadas – como o uso de analogias – considerem a vivência, a linguagem e o repertório sociocultural dos estudantes.

Analogias que dialogam com a realidade local tornam-se ferramentas ainda mais eficazes na mediação de conceitos químicos complexos, como as ligações químicas. Em ambientes rurais, por exemplo, pode-se utilizar a analogia de “parcerias na colheita” para ilustrar a ligação covalente, enfatizando o compartilhamento de recursos. Já em contextos urbanos, uma analogia com “caronas compartilhadas” pode ser mais acessível para explicar o mesmo conceito. Essas adaptações aumentam o engajamento, facilitam a compreensão e promovem maior retenção do conteúdo (Mortimer; Scott, 2002).

Contudo, conforme destacado por Brown e Salter (2010), é necessário que as analogias, além de culturalmente contextualizadas, sejam cientificamente válidas. A mediação docente é indispensável para explicitar os limites e alcances de cada analogia, evitando interpretações equivocadas que possam reforçar concepções alternativas inadequadas. Nesse sentido, o professor desempenha um papel crucial como curador de exemplos didáticos e facilitador do pensamento científico.

Paralelamente, a abordagem da sustentabilidade na educação científica se insere como uma demanda urgente da contemporaneidade. Temas como mudanças climáticas, escassez de recursos, consumo consciente e reciclagem precisam ser abordados de maneira transversal, crítica e integrada ao ensino de Química. As analogias sustentáveis propostas nesta pesquisa contribuem diretamente para esse objetivo, ao relacionar os tipos de ligações químicas com práticas sociais de colaboração, reaproveitamento e equilíbrio de recursos — como a reciclagem de metais (ligação metálica), o compartilhamento de água (ligação covalente) ou a doação de energia (ligação iônica).

No Brasil, esse compromisso com a educação ambiental está previsto em legislações

e documentos normativos. A Lei nº 9.795/1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, determina que a educação ambiental deve estar presente em todos os níveis e modalidades do ensino, como um componente essencial e permanente (Brasil, 1999). Essa legislação reconhece a importância de formar cidadãos críticos, autônomos e comprometidos com a preservação da vida e do planeta.

Complementarmente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), estabelecida pela Resolução CNE/CP nº 2/2017, destaca a Educação para a Sustentabilidade (EPS) como um dos pilares do processo formativo. Entre as dez Competências Gerais da Educação Básica, destacam-se:

- **Competência 2:** Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e inventar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas;
- **Competência 6:** Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao seu projeto de vida pessoal, profissional e social, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade;
- **Competência 7:** Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos e a consciência socioambiental em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta;
- **Competência 9:** Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de origem, etnia, gênero, orientação sexual, idade, habilidade/necessidade, convicção religiosa ou de qualquer outra natureza, reconhecendo-se como parte de uma coletividade com a qual deve se comprometer.

A proposta didática deste trabalho, ao integrar a Química com a sustentabilidade por meio do uso de analogias, atende diretamente às competências previstas na BNCC. As atividades

propostas promovem a interdisciplinaridade, fortalecem a capacidade argumentativa, incentivam a cooperação entre os alunos e estimulam o pensamento crítico e científico sobre questões socioambientais.

Além das competências gerais, a BNCC também apresenta habilidades específicas para a área de Ciências da Natureza, que reforçam a necessidade de promover o protagonismo do estudante na construção de saberes aplicáveis à vida prática. Tais diretrizes justificam e legitimam a utilização de estratégias pedagógicas inovadoras, como a que foi adotada nesta pesquisa, que alia conhecimento conceitual, metodologias ativas e compromisso com a formação cidadã.

Dessa forma, a utilização de analogias sustentáveis no ensino de ligações químicas, além de se mostrar eficaz do ponto de vista cognitivo, encontra forte respaldo legal, curricular e pedagógico, configurando-se como uma prática inovadora e alinhada com os desafios da educação contemporânea.

2.4 Metodologias Ativas, Interdisciplinaridade e a Integração de Analogias Sustentáveis no Ensino de Ligações Químicas

O ensino de Química enfrenta desafios específicos relacionados à abstração de seus conceitos fundamentais. Conceitos como ligações químicas, orbitais atômicos e estruturas moleculares pertencem ao nível microscópico da matéria e, por isso, estão além da experiência sensorial imediata dos alunos. Essa característica torna necessária a adoção de metodologias de ensino que aproximem o conteúdo da realidade dos estudantes, favorecendo uma aprendizagem significativa e contextualizada.

Entre essas metodologias, destacam-se o uso de analogias e as metodologias ativas de aprendizagem. As analogias, segundo Treagust e Harrison (2000), consistem na comparação entre dois domínios – um familiar e outro desconhecido – que compartilham semelhanças estruturais ou funcionais. No ensino de Química, esse recurso permite que ideias abstratas sejam compreendidas com base em experiências concretas, como quando se compara a ligação iônica à interação entre “ímãs” ou a ligação covalente a um “acordo de cooperação entre vizinhos”. Harrison e Coll (2008) destacam que essas estratégias favorecem o engajamento dos alunos e aumentam a retenção do conteúdo ao ativar esquemas mentais preexistentes.

No entanto, é imprescindível que as analogias sejam selecionadas com cautela e devidamente contextualizadas. Harrison e Treagust (2006a) alertam que analogias mal

elaboradas ou aplicadas sem explicitação dos seus limites podem gerar concepções alternativas ou interpretações errôneas. Por exemplo, ao comparar uma ligação covalente a um “contrato entre pessoas”, é necessário esclarecer que, embora a metáfora facilite a compreensão, átomos não possuem intenções ou vontades. A mediação docente é fundamental para garantir a fidelidade científica da comparação e evitar a construção de significados inadequados.

A incorporação de temas como a sustentabilidade amplia ainda mais o potencial pedagógico das analogias. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), a educação para o desenvolvimento sustentável é essencial para formar cidadãos conscientes, críticos e comprometidos com a transformação da sociedade. Ao associar conceitos químicos – como as ligações químicas – a práticas sustentáveis, como a reciclagem de metais, o uso de energias renováveis ou o consumo consciente de recursos naturais, os professores tornam o conteúdo mais próximo da vivência dos alunos, reforçando sua aplicabilidade e relevância social.

A interdisciplinaridade também se mostra como uma estratégia potente para o ensino de Química. Ao integrar saberes de áreas como Biologia, Física, Matemática e Geografia, é possível oferecer uma abordagem mais holística dos fenômenos naturais, superando a fragmentação curricular (Santos e Máximo, 2019). Por exemplo, ao estudar ligações químicas, é possível discutir questões ambientais (Geografia), propriedades físicas dos materiais (Física), proporções estequiométricas (Matemática) e estruturas biológicas (Biologia), enriquecendo a experiência de aprendizagem.

Nesse cenário, as metodologias ativas de aprendizagem assumem um papel fundamental. Estratégias como a resolução de problemas, o trabalho colaborativo, a aprendizagem baseada em projetos e a experimentação prática colocam o aluno no centro do processo educativo. Segundo Bacich e Moran (2018), essas abordagens promovem a autonomia, a criticidade e a responsabilidade, competências alinhadas com as exigências da sociedade contemporânea. Ao associar metodologias ativas ao uso de analogias sustentáveis, os professores ampliam as possibilidades de aprendizagem, tornando o ensino mais dinâmico, envolvente e transformador.

Por exemplo, atividades que propõem a construção de modelos moleculares com materiais recicláveis não apenas reforçam o conteúdo de ligações químicas, mas também promovem reflexões sobre o reaproveitamento de resíduos e o papel da Química na construção de um futuro sustentável. Essa prática pedagógica aproxima o conteúdo da realidade dos estudantes, promove a interdisciplinaridade e desperta o senso de responsabilidade ambiental.

Em consonância com os princípios defendidos por Paulo Freire (1996), a educação

deve formar sujeitos críticos e atuantes, capazes de transformar seu entorno por meio do conhecimento. A proposta aqui apresentada – que integra analogias, sustentabilidade, metodologias ativas e interdisciplinaridade – representa uma tentativa concreta de materializar esse ideal pedagógico, oferecendo aos alunos uma experiência de aprendizagem rica, significativa e socialmente relevante.

2.5 Avaliação Formativa, Contextualização e Mediação Docente no Uso de Analogias

A integração das analogias como recurso pedagógico demanda não apenas planejamento, mas também uma postura ativa do professor na mediação do processo de ensino-aprendizagem. Essa mediação se torna ainda mais eficaz quando aliada a práticas avaliativas formativas e à contextualização dos conteúdos, promovendo um ambiente propício à aprendizagem significativa e crítica.

A avaliação formativa é compreendida como um processo contínuo e sistemático de acompanhamento da aprendizagem, que permite ao professor ajustar sua prática pedagógica conforme as necessidades dos alunos (Luckesi, 2011). No ensino de Química, esse tipo de avaliação é essencial diante da complexidade dos conteúdos e da heterogeneidade das turmas. Diferente da avaliação somativa, que foca em resultados finais, a avaliação formativa valoriza o percurso, proporcionando devolutivas construtivas e oportunidades de intervenção pedagógica ao longo do processo.

De acordo com Zabala (1998), a produção de significados pelos alunos – como no caso da elaboração de analogias – é uma forma autêntica de demonstrar e aprofundar a aprendizagem, pois estimula a criatividade, a reflexão crítica e a articulação de conceitos científicos com experiências do cotidiano.

A contextualização dos conteúdos, nesse sentido, reforça a aprendizagem significativa. Segundo Delizoicov e Freire (2005), a contextualização vai além da simples utilização de exemplos cotidianos: ela articula os saberes escolares às experiências socioculturais e ambientais dos estudantes, tornando o conhecimento escolar relevante e transformador. A Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) também endossa essa perspectiva ao enfatizar o desenvolvimento de competências voltadas para a resolução de problemas reais e o exercício da cidadania.

No ensino de ligações químicas, a contextualização pode ser realizada por meio da discussão de temas como reciclagem, uso racional de energia, consumo consciente e impactos

ambientais da produção industrial. Ao abordar esses tópicos, o professor contribui não apenas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, mas também para a formação ética e socioambiental dos alunos. A abordagem interdisciplinar adotada nesta pesquisa, ao relacionar as ligações químicas com práticas sustentáveis, mostra-se coerente com essas diretrizes e amplia a relevância social do conteúdo ensinado.

Nesse processo, o papel do professor como mediador é indispensável. Harrison e Treagust (2006a) destacam que o uso de analogias exige cuidado e clareza por parte do docente, uma vez que comparações mal explicadas podem reforçar equívocos conceituais. A mediação eficaz deve envolver momentos de discussão coletiva, explicitação dos limites das analogias e retomada conceitual sempre que necessário. O professor deve conduzir os estudantes a identificar semelhanças e diferenças entre o domínio conhecido (base da analogia) e o novo conceito, promovendo assim a ressignificação de ideias e a construção do conhecimento científico.

Portanto, ao articular avaliação formativa, contextualização e mediação docente, o uso de analogias sustentáveis no ensino de ligações químicas assume um caráter pedagógico potente. Essa abordagem favorece não apenas a compreensão conceitual, mas também a formação de sujeitos críticos, criativos e comprometidos com a transformação de sua realidade, em consonância com os princípios da educação emancipadora defendidos por Freire (1996).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Analisar a aplicabilidade e a eficácia do uso de analogias, contextualizadas com a sustentabilidade, como estratégia didática na revisão dos conceitos de ligações químicas no ensino médio.

3.2 Objetivos Específicos

1. Analisar as concepções prévias dos alunos sobre ligações químicas e identificar as principais dificuldades enfrentadas no aprendizado desses conceitos.
2. Desenvolver e aplicar um conjunto de analogias sustentáveis que possam ser utilizadas na revisão dos conceitos de ligações químicas no ensino médio.
3. Explorar o uso de analogias, contextualizadas com a sustentabilidade, como ferramenta pedagógica para facilitar a compreensão de conceitos abstratos, como ligações iônicas, covalentes e metálicas.
4. Avaliar o impacto da interdisciplinaridade entre Química e Sustentabilidade no ensino de ligações químicas, promovendo a conscientização ambiental e a relevância social do conteúdo.
5. Relacionar os conceitos de ligações químicas a problemas ambientais contemporâneos, como a reciclagem de materiais e a química verde, para promover uma consciência crítica sobre sustentabilidade.
6. Investigar a percepção dos alunos sobre o uso de analogias no ensino de Química, identificando se elas facilitam ou dificultam a compreensão dos conceitos de ligações químicas.

4 METODOLOGIA

4.1 Tipo de Pesquisa

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa e quantitativa, com caráter exploratório e descritivo, a fim de investigar a eficácia do uso de analogias sustentáveis na revisão dos conceitos de ligações químicas no ensino médio. A pesquisa buscou compreender as concepções prévias dos alunos e avaliar os efeitos da estratégia didática proposta após sua aplicação em sala de aula.

4.2 Participantes

Os participantes da pesquisa foram 38 alunos do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Educação Profissional Eusébio de Queiroz, localizada no município de Eusébio, no Ceará. Os estudantes pertencem ao curso técnico de Química, e já haviam sido expostos ao conteúdo de ligações químicas em sua grade curricular, o que garantiu um conhecimento prévio mínimo sobre o tema. A escolha da turma foi feita em parceria com os professores da instituição, considerando a viabilidade e a disponibilidade dos alunos. A turma apresentou um perfil heterogêneo, com diferentes níveis de familiaridade com os conteúdos químicos, especialmente no que se refere às ligações químicas.

4.3 Procedimentos de Coleta de Dados

A coleta de dados foi organizada em quatro etapas principais:

4.3.1 Diagnóstico Inicial - Identificação das Concepções Prévias

Antes da intervenção didática, os alunos responderam a um questionário diagnóstico, disponível no Apêndice A, composto por dez questões, sendo sete objetivas (de múltipla escolha, algumas com possibilidade de múltiplas respostas) e três subjetivas (de resposta discursiva). O instrumento foi elaborado com o intuito de identificar as concepções prévias dos estudantes sobre ligações químicas, possíveis dificuldades conceituais e o grau de familiaridade com o uso de analogias no ensino de Química. Algumas questões objetivas utilizaram uma escala de percepção,

permitindo avaliar o nível de segurança e compreensão dos alunos em relação aos conceitos abordados.

4.3.2 Aula Expositiva - Revisão Teórica dos Conceitos

Na segunda etapa, foi ministrada uma aula expositiva tradicional, conforme o plano de aula disponível no Apêndice B, com o objetivo de revisar os principais conceitos sobre ligações químicas e garantir um nivelamento conceitual da turma. Foram abordados os seguintes tópicos:

- Definição e tipos de ligações químicas: iônicas, covalentes e metálicas;
- Características das ligações: transferência e compartilhamento de elétrons, propriedades físicas e químicas dos compostos;
- Exemplos práticos e aplicações no cotidiano.

Essa etapa foi essencial para preparar os alunos para a etapa seguinte, no qual seriam aplicadas as analogias sustentáveis.

4.3.3 Intervenção Pedagógica - Aplicação das Analogias Sustentáveis

A terceira etapa consistiu na intervenção com uso de analogias sustentáveis como estratégia didática para a revisão dos conceitos de ligações químicas, conforme o plano de aula disponível no Apêndice C. As analogias foram previamente elaboradas com base em situações reais ligadas à sustentabilidade. O uso de analogias sustentáveis foi estruturado como uma etapa central da intervenção pedagógica, com o objetivo de revisar os conceitos de ligações químicas de forma contextualizada, acessível e interdisciplinar. A estratégia foi desenvolvida em três momentos distintos: apresentação de analogias pré-elaboradas, discussão guiada sobre seus significados e limites e produção de analogias pelos próprios alunos. Inicialmente, foram apresentadas três analogias sustentáveis, cuidadosamente planejadas para representar os principais tipos de ligações químicas:

- Ligações iônicas: comparada à doação de energia solar de um painel para uma bateria, simbolizando a transferência de elétrons;
- Ligações covalentes: associada ao compartilhamento de recursos naturais entre comunidades sustentáveis, representando o uso conjunto de pares eletrônicos;

→ Ligações metálicas: relacionada à circulação de materiais recicláveis que mantêm suas propriedades mesmo após várias reutilizações, ilustrando o mar de elétrons típico dessa ligação.

Cada analogia foi exposta aos alunos por meio de explicações orais, esquemas visuais, por meio de slides, e exemplos cotidianos. Em seguida, os alunos foram convidados a refletir criticamente sobre os pontos fortes e limitações de cada comparação, com mediação docente para evitar interpretações equivocadas.

Após essa etapa de assimilação, os alunos participaram de uma atividade prática em grupo, na qual foram desafiados a criar suas próprias analogias sustentáveis para os três tipos de ligações químicas. Essa produção foi realizada com base em temas ambientais e sociais, incentivando o uso de exemplos do cotidiano, como reciclagem, uso consciente da água, colaboração comunitária e consumo responsável.

4.3.4 Avaliação Final - Percepção dos Alunos

Na etapa final, foi aplicado um questionário avaliativo, disponível no Apêndice D, composto por dez questões, sendo sete objetivas (com alternativas fechadas, algumas utilizando escala de percepção) e três discursivas (de resposta aberta). O instrumento teve o intuito de investigar os efeitos da metodologia sobre a compreensão dos alunos, bem como avaliar a eficácia do uso de analogias sustentáveis como estratégia de ensino. As perguntas abordaram aspectos como:

- Se as analogias facilitaram a aprendizagem;
- Quais foram as analogias mais eficazes e por quê;
- Como a interdisciplinaridade com a sustentabilidade influenciou a compreensão dos conceitos e o interesse pelo tema.

4.4 Análise dos Dados

Os dados obtidos foram analisados com base em duas abordagens complementares:

- Análise quantitativa: por meio da análise dos percentuais e gráficos aplicada aos resultados dos questionários diagnóstico e avaliativo;

- Análise qualitativa: por meio da **Análise de Conteúdo** (Bardin, 2011), aplicada às analogias criadas pelos alunos, categorizando os elementos centrais das percepções sobre a eficácia da estratégia didática.

4.5 Recursos Utilizados

Para a realização desta pesquisa, foram empregados recursos materiais, tecnológicos e humanos, garantindo a viabilidade da coleta e análise dos dados, bem como a aplicação das estratégias pedagógicas propostas, conforme descrito abaixo:

4.5.1 Recursos Materiais

- Quadro branco, pincel e apagador;
- Folhas para a atividade em grupo;
- Formulários impressos para coleta de dados.

4.5.2 Recursos Tecnológicos

- Projetor e computador, para apresentação de slides;
- Ferramenta Excel, para organizar e interpretar e analisar os dados coletados.

4.5.3 Recursos Humanos

- Pesquisador responsável: condução da aplicação das aulas e aplicação dos instrumentos de coleta de dados;
- Professores da escola parceira: apoio logístico, organização da turma e mediação pedagógica;
- Alunos participantes: 38 alunos para participar da pesquisa e fornecer feedback sobre a metodologia utilizada.

4.5.4 Recursos Institucionais

- Sala de aula, equipamentos e materiais pedagógicos disponibilizados pela escola;
- Autorização e suporte da coordenação pedagógica da instituição.

4.6 Aspectos Éticos

A pesquisa respeitou as diretrizes éticas estabelecidas pela Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, garantindo a participação voluntária, o anonimato e a confidencialidade dos alunos participantes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação da proposta pedagógica desenvolvida, com base no uso de analogias sustentáveis para a revisão dos conceitos de ligações químicas. Os dados foram coletados por meio de dois questionários (diagnóstico e avaliativo), além da atividade realizada em sala de aula.

A análise foi organizada em cinco tópicos principais: diagnóstico inicial, impacto das aulas, avaliação das analogias criadas pelos alunos, relação entre Química e sustentabilidade e reflexões sobre a estratégia didática aplicada. Cada seção apresenta os dados coletados e a respectiva discussão à luz dos objetivos da pesquisa.

5.1 Diagnóstico Inicial: Concepções Prévias dos Alunos

O questionário diagnóstico, disponível no Apêndice A, aplicado no início da pesquisa teve como objetivo identificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre os principais tipos de ligações químicas (iônica, covalente e metálica), verificar a presença de eventuais concepções alternativas, além de sondar a familiaridade dos alunos com o uso de analogias no processo de ensino-aprendizagem. O instrumento foi composto para explorar tanto o domínio conceitual quanto a percepção subjetiva dos estudantes sobre os temas abordados.

Os dados quantitativos foram organizados em gráficos de barras, representando a porcentagem de respostas para cada item. Os dados qualitativos obtidos nas questões subjetivas foram analisados por meio da leitura e categorização das respostas, com foco na identificação de concepções corretas, incompletas ou alternativas. A análise teve como objetivo compreender o nível de abstração, a clareza conceitual e a familiaridade dos alunos com os temas abordados, especialmente quanto à definição de ligações químicas, o entendimento sobre analogias e suas expectativas em relação à aula. Abaixo, apresenta-se a análise das questões:

- Questão 01 – “Você já ouviu falar sobre ligações químicas?”

Para esta questão, buscou-se identificar o grau de familiaridade prévia dos alunos com o conteúdo de ligações químicas. As respostas revelaram que uma parte significativa dos estudantes reconhece já ter tido contato com o tema, ainda que com limitações conceituais, conforme pode ser observado no **Gráfico 1**, que apresenta a distribuição das respostas obtidas.

Aproximadamente 53% (20 alunos), selecionaram a opção b) “Sim, mas não sei explicar bem”, o que indica que, embora já tenham tido contato prévio com o conteúdo, ainda demonstram insegurança conceitual. Os demais 47% marcaram a opção a) “Sim, sei explicar”, sinalizando algum grau de domínio sobre o tema. Nenhum estudante escolheu a alternativa c) “Não, nunca ouvi falar”, o que confirma que todos os participantes possuíam, ao menos, familiaridade básica com o assunto, condição essencial para o desenvolvimento da proposta de revisão por meio de analogias sustentáveis.

Gráfico 1 – Questão 01 da Avaliação Diagnóstica



Fonte: elaborado pelo autor.

Os dados da questão indicam que, embora o conteúdo de ligações químicas já tenha sido abordado anteriormente com os alunos, ainda persistem indícios de insegurança conceitual. Isso revela que a simples exposição ao conteúdo não garante a compreensão efetiva, sendo necessário adotar estratégias que favoreçam a ressignificação dos saberes, como o uso de analogias sustentáveis, capazes de conectar os conceitos abstratos a experiências concretas e promover uma aprendizagem mais significativa.

■ Questão 02 – “O que você entende por ligações químicas?”

Essa questão aberta buscou identificar como os alunos conceituam ligações químicas com base em seu conhecimento prévio. As respostas apresentaram grande diversidade de compreensão, com alguns estudantes demonstrando uma noção aproximada ou correta do conceito, enquanto outros revelaram concepções alternativas e confusões comuns.

Entre os exemplos mais próximos do conceito esperado, destacam-se frases como:

- Resposta aluno A: “Ligações entre átomos utilizando-se do ganho, perca, ou compartilhamento de elétrons, buscando uma estabilidade através da regra do octeto. Iônicas: metais + ametais. Metálica: metal + metal. Covalente: ametais + ametais.”;
- Resposta aluno B: “São arranjos entre átomos para formar moléculas. São iônicas que são entre elementos metais + ametais, covalentes, usa compartilhamento de elétrons, ou metálica (apenas elementos metálicos).”;
- Resposta aluno C: “Ligações que ocorrem entre átomos e pode ocorrer de três formas: iônica (entre metais e ametais), covalente (entre ametais) e metálica (entre metais).”;
- Resposta aluno D: “É a união entre elementos por meio de troca ou compartilhamento de elétrons.”.

Por outro lado, foram registradas respostas que evidenciam uma compreensão incorreta ou incompleta, como:

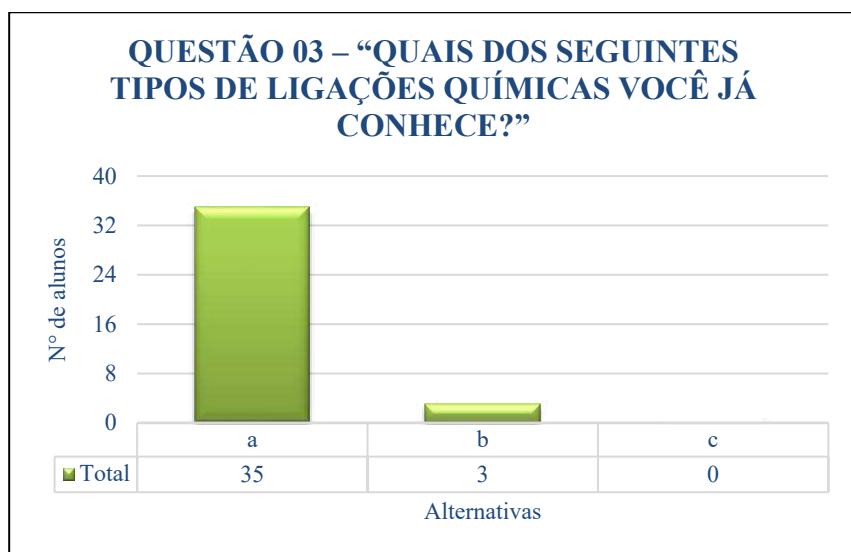
- Resposta aluno E: “É sobre elementos dividirem elétrons.”;
- Resposta aluno F: “É um elemento químico ligado a outro elemento.”;
- Resposta aluno G: “Combinações de dois átomos que juntos formam várias moléculas.”;
- Resposta aluno H: “Existem vários tipos de ligações químicas, que estão em todos os lugares.”.

Outras respostas mostraram certa proximidade com o conceito correto, mas evidenciaram confusões por parte dos alunos, especialmente na classificação das ligações químicas. Um exemplo foi: *“São ligações onde os átomos compartilham ou doam elétrons. Covalente: compartilham, ametal + metal; Metálica: metal + metal; Iônica: ametal + ametal”*, quando o correto seria: *“Covalente: compartilhamento de elétrons entre ametais; Iônica: transferência de elétrons entre metal e ametal; Metálica: ligação entre metais.”*. Essas respostas indicam que, embora o tema já tenha sido trabalhado anteriormente, ainda existem dificuldades na abstração dos conceitos e na distinção entre ligações químicas e outros fenômenos.

▪ Questão 03 – “Quais dos seguintes tipos de ligações químicas você já conhece?”

Nesta questão, os alunos podiam selecionar mais de uma opção entre os itens: “a) Iônica, b) Covalente, c) Metálica e d) Nenhuma das anteriores”. Dos 38 estudantes participantes, 37 assinalaram os três tipos de ligações químicas listadas (iônica, covalente e metálica), enquanto apenas 1 aluno marcou apenas as opções “ligação iônica” e “ligação covalente”, desconsiderando a metálica. Por se tratar de uma questão com múltiplas respostas possíveis, foi possível observar o grau de familiaridade com cada tipo de ligação. A frequência de escolha para cada alternativa está representada no **Gráfico 2**, que detalha os tipos de ligações mais reconhecidos pelos participantes.

Gráfico 2 – Questão 03 da Avaliação Diagnóstica



Fonte: elaborado pelo autor.

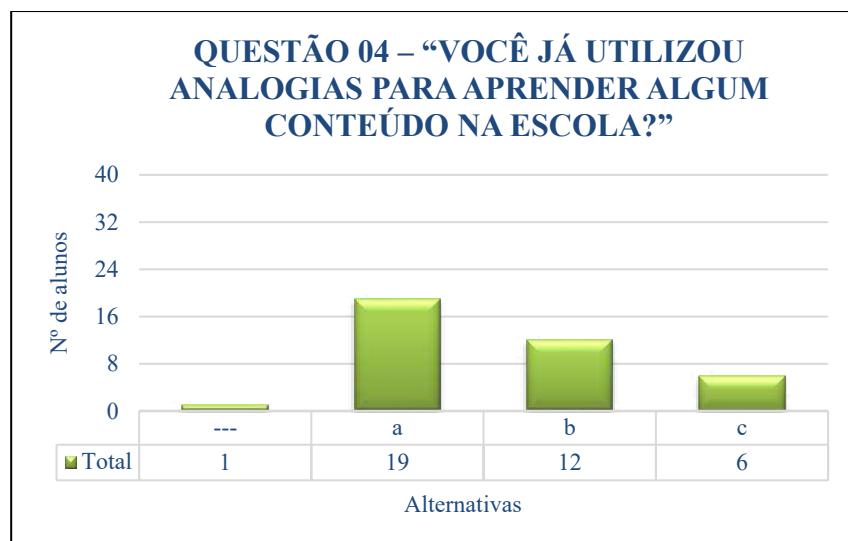
Nenhum dos alunos participantes selecionou a opção “d) Nenhuma das anteriores”. Esse resultado indica que a maioria absoluta dos alunos possui conhecimento prévio satisfatório quanto à classificação das ligações químicas, o que fornece uma base favorável para a aplicação da proposta de revisão. Ainda assim, o fato de um estudante não reconhecer todas as opções reforça a importância de estratégias que consolidem esse conhecimento de forma clara e contextualizada, garantindo que todos os alunos avancem de maneira equilibrada.

▪ Questão 04 – “Você já utilizou analogias para aprender algum conteúdo na escola?”

Esta questão buscou verificar o grau de familiaridade dos alunos com o uso de analogias no ambiente escolar, com o intuito de identificar se essa estratégia já havia sido

explorada em contextos anteriores de aprendizagem. O total de 19 alunos respondeu que já utilizou analogias várias vezes como ferramenta de aprendizagem (marcaram a alternativa "a"), enquanto 12 alunos indicaram que utilizaram analogias algumas vezes (marcaram a alternativa "b"). Outros 6 alunos afirmaram que nunca utilizaram analogias (marcaram a alternativa "c") e 1 aluno se absteve de responder à questão (a abstenção de respostas está representada pela simbologia “---” no **Gráfico 3**). A distribuição completa dessas respostas encontra-se representada no **Gráfico 3**, que ilustra o nível de exposição prévia dos participantes ao uso de analogias em contextos escolares.

Gráfico 3 – Questão 04 da Avaliação Diagnóstica



Fonte: elaborado pelo autor.

Esse resultado inicial mostra que há uma boa familiaridade com o uso de analogias na aprendizagem, o que reforça a relevância da proposta apresentada neste trabalho e a necessidade de aprofundar a aplicação pedagógica desse recurso.

- Questão 05 – “O que você entende por analogia? Você acredita que aprender por meio delas pode te ajudar?”

Essa questão teve como objetivo investigar o grau de familiaridade dos alunos com o conceito de analogia, especialmente em seu uso como ferramenta pedagógica no ensino de Química. As respostas revelaram, em sua maioria, uma compreensão limitada ou imprecisa, sendo frequente a confusão entre analogia, metáfora, recurso mnemônico ou exemplos isolados, sem uma clara percepção da função conceitual que as analogias exercem no processo

de ensino-aprendizagem.

Entre os exemplos que mais se aproximam do conceito adequado de analogia – como um recurso de comparação estruturada que relaciona um conceito novo a um conhecimento prévio para facilitar a compreensão – destacam-se:

- Resposta aluno I: “Uma analogia é quando você se utiliza de algo para falar sobre um tema ou quando você compara um conceito a outro, ou seja, liga um conceito a outro. Sim, as vezes comparar um conceito complexo com outro simples pode ajudar a entender melhor.”;
- Resposta aluno J: “Analogias são comparações, ou seja, estudar por meio de comparações e sim pode ajudar pois você não ficará preso em uma só ideia.”;
- Resposta aluno K: “Acredito que analogia seja usar exemplos do cotidiano para aprender um conteúdo. Sim, acredito, pois simplifica o conteúdo.”

Em contrapartida, diversas respostas apresentaram interpretações equivocadas ou confusas, como:

- Resposta aluno L: “Dicas que ajudam no aprendizado, sim, pois ajuda a decorar e aprender o conteúdo mais rápido (por exemplo Hoje LiNaK Rb Cs da Fr).”;
- Resposta aluno M: “Sim, eu comparo com óxidos.”;
- Resposta aluno A: “Utilizar palavras parecidas para lembrar de algum conteúdo. Acredito que sim, é muito mais fácil aprender dessa forma pois nosso cérebro acaba decorando mais fácil. Ex: fui ontem no clube, briguei e saí correndo para o hospital F,O,N,Cl,Br,I,S,C,P,H ou C de Covalente = Compartilhar.”.

É possível perceber que, em algumas dessas respostas, os alunos associaram o termo "analogia" a estratégias mnemônicas – ou seja, mecanismos que facilitam a memorização de informações por meio de associações simbólicas ou sonoras. Embora essas estratégias possam ser úteis em contextos educativos, elas não configuram analogias no sentido didático-científico, já que não promovem uma comparação estruturada entre dois domínios conceituais.

As respostas analisadas evidenciam que, em sua maioria, os estudantes não reconhecem a analogia como uma ferramenta de mediação cognitiva no ensino, mas sim como um recurso informal, literário ou puramente auxiliar à memorização. Essa lacuna conceitual reforça a importância da intervenção proposta, que se propõe a apresentar, aplicar e consolidar o uso consciente de analogias como estratégia de ensino-aprendizagem, especialmente em

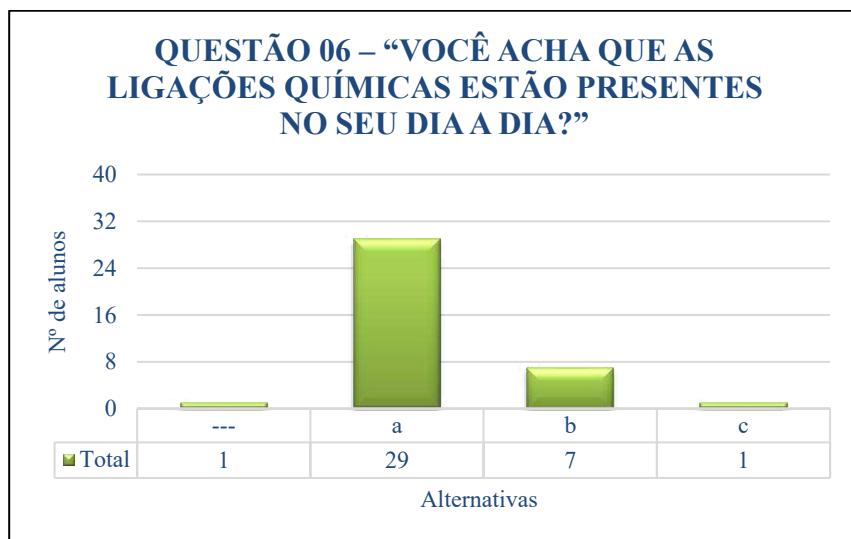
conteúdos abstratos como os das ligações químicas.

- Questão 06 – “Você acha que as ligações químicas estão presentes no seu dia a dia?”

As respostas se dividiram majoritariamente entre as opções a) “sim, totalmente” e b) “talvez, mas não sei como”. Somente 1 aluno selecionou a alternativa c) “não”, e 1 aluno se absteve de responder à questão (a abstenção de respostas está representada pela simbologia “---” no **Gráfico 4**). Essa avaliação indica uma percepção geral da presença da Química no cotidiano, ainda que com pouca clareza sobre como esses conceitos se aplicam na prática.

A distribuição das respostas encontra-se representada no **Gráfico 4**, o qual ilustra o nível de reconhecimento dos alunos quanto à aplicação das ligações químicas em situações do dia a dia.

Gráfico 4 – Questão 06 da Avaliação Diagnóstica



Fonte: elaborado pelo autor.

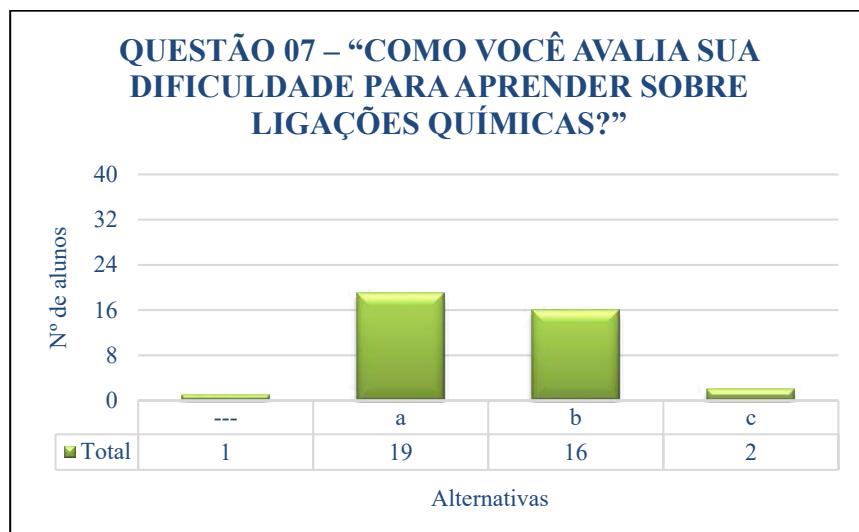
O dado sugere que, embora os alunos reconheçam a presença das ligações químicas no cotidiano, há uma lacuna na compreensão de como esses conceitos se manifestam na prática. Isso aponta para a necessidade de estratégias didáticas que promovam a contextualização do conteúdo, como o uso de analogias vinculadas a situações reais, capazes de despertar o interesse e facilitar a construção do conhecimento.

- Questão 07 – “Como você avalia sua dificuldade para aprender sobre ligações químicas?”

A maior parte dos alunos classificou o conteúdo como fácil de entender, com 19 respostas indicando a alternativa a) “Fácil, entendo bem”. Outros 16 alunos avaliaram o

conteúdo como de dificuldade média, respondendo com a alternativa b) “Média, entendo algumas partes”, enquanto 2 alunos consideraram o tema difícil, escolhendo a alternativa c) “Difícil, tenho muitas dúvidas”. 1 aluno não respondeu à questão (a abstenção de respostas está representada pela simbologia “---” no **Gráfico 5**). A distribuição das percepções dos alunos quanto ao nível de dificuldade do conteúdo está representada no **Gráfico 5**, que sintetiza essas respostas.

Gráfico 5 – Questão 07 da Avaliação Diagnóstica



Fonte: elaborado pelo autor.

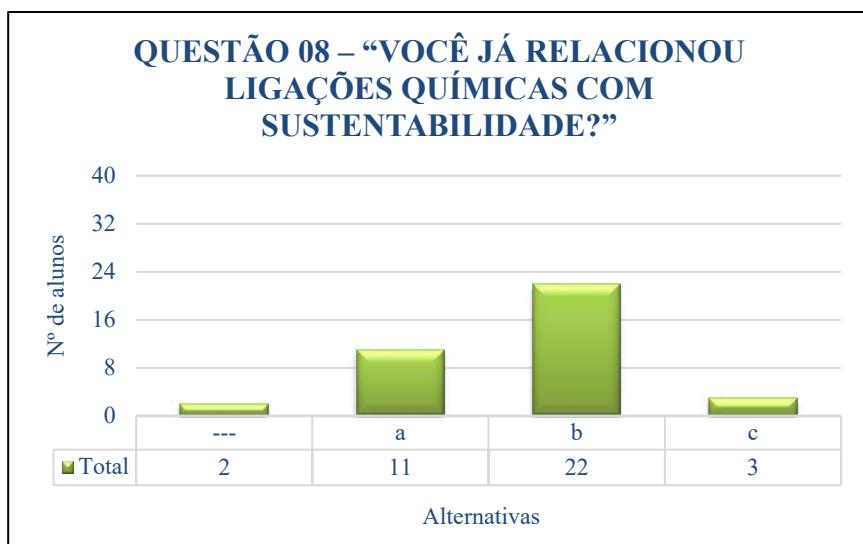
A distribuição das respostas evidencia diferentes níveis de domínio conceitual entre os estudantes, com uma parcela significativa demonstrando segurança no tema, mas também com presença de dúvidas e compreensão parcial. Esse panorama reforça a importância de abordagens pedagógicas diversificadas que favoreçam tanto a consolidação dos conceitos quanto o acolhimento das dificuldades, como o uso de analogias mediadas pelo professor e articuladas a contextos concretos.

- Questão 08 – “Você já relacionou ligações químicas com sustentabilidade?”

A análise das respostas revelou que, 22 alunos (aproximadamente 58%) escolheram a opção b) “Não, nunca pensei nisso”, o que indica que, até o momento, não haviam refletido sobre a conexão entre a Química e temas como meio ambiente, consumo consciente ou reciclagem. A opção a) “Sim, já vi essa relação” foi selecionada por 11 alunos, enquanto 3 alunos escolheram a opção c) “Não sei responder”. Além disso, 2 alunos não responderam à questão (a abstenção de respostas está representada pela simbologia “---” no **Gráfico 6**). A

distribuição dessas respostas encontra-se representada no **Gráfico 6**, que evidencia o grau de familiaridade dos estudantes com a articulação entre os conceitos de ligações químicas e a temática da sustentabilidade.

Gráfico 6 – Questão 08 da Avaliação Diagnóstica



Fonte: elaborado pelo autor.

Esse resultado reforça a pertinência do enfoque interdisciplinar adotado na proposta pedagógica, ao evidenciar a carência de articulação prévia entre os conteúdos de Química e questões socioambientais. A intervenção, portanto, assume um papel fundamental ao promover essa conexão, contribuindo para uma formação mais crítica, contextualizada e alinhada com os princípios da educação para a sustentabilidade.

■ Questão 09 – “Qual desses elementos você acha que possui ligações químicas?”

Nesta questão, os alunos deveriam identificar quais dos itens listados (água, plástico, metais) possuem ligações químicas. Dos 38 participantes, 25 alunos (66%) selecionaram corretamente a alternativa d) “todos os anteriores”, demonstrando bom entendimento de que todas essas substâncias são formadas por ligações químicas.

Entretanto, ainda houve certa dispersão nas demais respostas:

→ 2 alunos escolheram apenas a opção a) água;

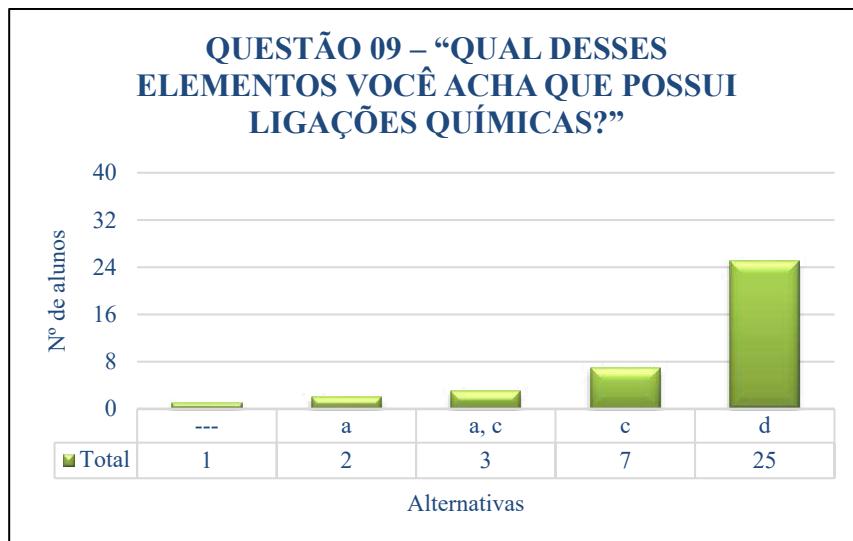
→ 3 alunos marcaram a) água e c) metais, desconsiderando o plástico como substância química; e

→ 1 aluno deixou a questão em branco (a abstenção de respostas está representada

pela simbologia “---” no **Gráfico 7**).

A distribuição das escolhas está apresentada no **Gráfico 7**, que evidencia os níveis de reconhecimento dos alunos quanto à composição química das substâncias mencionadas.

Gráfico 7 – Questão 09 da Avaliação Diagnóstica



Fonte: elaborado pelo autor.

Apesar de 25 alunos terem acertado, o resultado evidencia que alguns estudantes ainda não compreendem plenamente a abrangência do conceito de ligação química, especialmente no que se refere a substâncias formadas por compostos orgânicos, como os plásticos. Isso aponta para a necessidade de reforçar, em sala de aula, exemplos mais amplos e conectados ao cotidiano, garantindo que os alunos consigam generalizar o conceito para diferentes materiais.

■ Questão 10 – “O que você espera aprender/relembrar sobre ligações químicas nesta aula?”

Essa questão teve como objetivo levantar as expectativas dos alunos em relação à aula de revisão sobre ligações químicas, permitindo compreender quais conhecimentos prévios desejavam retomar e quais dúvidas ou lacunas esperavam esclarecer. As respostas, de modo geral, foram curtas, diretas e com vocabulário informal, mas revelaram uma disposição positiva para o aprendizado e uma percepção clara de que o tema exigia reforço.

Entre as respostas que demonstraram expectativas mais objetivas e alinhadas ao conteúdo da disciplina, destacam-se:

→ Resposta aluno N: “Espero compreender o conteúdo de uma forma mais didática

e relembrar o conteúdo.”;

- Resposta aluno O: “O fato de ser o conteúdo muito necessário tanto para relembrar, como é importante ao longo do curso.”;
- Resposta aluno B: “Quais átomos fazem quais ligações, suas propriedades, onde são usadas no nosso dia a dia e suas funções.”;
- Resposta aluno P: “Espero relembrar algumas características dos tipos de ligação.”.

Essas respostas indicam interesse pela compreensão conceitual e demonstram que os alunos estavam conscientes da necessidade de aprofundar e revisar o tema, especialmente em aspectos como classificação, funcionamento e aplicação prática.

Por outro lado, algumas respostas foram mais genéricas e vagas, embora não menos relevantes, pois também expressam a expectativa de melhora na compreensão:

- Resposta aluno F: “O que é uma ligação química e como ela é formada.”;
- Resposta aluno Q: “Eu espero relembrar de todas as ligações.”;
- Resposta aluno M: “Reforçar a memória sobre esse conteúdo.”.

Ainda que menos específicas, essas manifestações evidenciam curiosidade e abertura ao aprendizado, além de uma confiança na possibilidade de adquirir (ou recuperar) conhecimentos por meio da atividade proposta.

De modo geral, os dados indicam que os estudantes esperavam clareza, contextualização e retomada dos conceitos centrais de ligações químicas, o que torna coerente e pertinente a aplicação da proposta baseada em analogias sustentáveis. A presença de palavras como “relembrar”, “entender melhor” e “diferenciar” reforça a importância de uma abordagem que uma revisão conceitual e estratégias didáticas mais acessíveis e significativas para os alunos.

5.2 Análise das Analogias Criadas pelos Alunos

A última atividade da terceira etapa referente à intervenção com uso de analogias sustentáveis consistiu na criação de analogias pelos próprios alunos, com o objetivo de verificar não apenas a compreensão conceitual sobre as ligações químicas, mas também o grau de internalização e reconstrução do conhecimento a partir de contextos significativos.

Durante a aula, os alunos foram divididos em sete grupos e desafiados a elaborar analogias que explicassem os três tipos principais de ligações químicas (iônica, covalente e metálica), relacionando-as com situações reais e preferencialmente com temas ligados à sustentabilidade. A atividade permitiu observar como os estudantes interpretaram as analogias apresentadas em sala e de que forma foram capazes de elaborar comparações coerentes, criativas e funcionais para representar os conceitos.

As analogias produzidas foram analisadas com base em três critérios:

- **Clareza e coerência conceitual** (se a analogia representava adequadamente a ligação química);
- **Criatividade e contextualização** (se havia relação com situações do cotidiano ou com temas sustentáveis);
- **Capacidade de generalização** (se a analogia poderia ser compreendida por outros colegas).

Apresenta-se, a seguir, a **Tabela 1**, que resume as analogias elaboradas pelos grupos, com a respectiva associação aos conceitos de ligações químicas. As descrições das analogias foram transcritas conforme redigidas pelos próprios alunos, preservando sua linguagem original.

Tabela 1 – Analogias dos alunos

GRUPO	TIPO DE LIGAÇÃO UTILIZADA	ANALOGIA CRIADA	DESCRÍÇÃO DA ANALOGIA
01	Covalente	Reutilização de embalagens de vidro	O vidro é derivado da sílica (areia) com a reação de combustão (fogo). Como reutilizar? Podemos reutilizá-las através do uso das mesmas como copos ou até mesmo para recipientes de temperos e armazenamento de alimentos.
02	Metálica	Brinquedo movido a pilha	Pegar um objeto de alumínio (panela, copo, talher...) que não é mais utilizado. Eles são derretidos e a partir deles são feitos novos materiais. Quando se tem um brinquedo a pilha, ele precisa de fios e metais para que funcione e óbvio a pilha para que o brinquedo funcione.

03	Covalente	Compartilhamento de recursos naturais	Duas vilas tem um poço entre elas, as duas precisam daquele poço para sobreviver. Então elas decidem dividir a água daquele poço entre elas.
04	Metálica	Carros elétricos	Utiliza-se energia elétrica, para gerar energia aos carregadores e assim passar essa energia para a bateria do carro, isso ocorre através de uma condutividade elétrica.
05	Metálica	Canudo de metal	O canudo de metal é um tipo de canudo que podemos reutilizar diversas, milhões de vezes. Ao utilizarmos o canudo de metal, vamos ajudar bastante o meio ambiente, pois um exemplo muito comum é a poluição de plásticos em lugares abertos, como praia, parques etc. Vamos ajudar principalmente os animais, como exemplo as tartarugas.
06	Iônica	Doação de roupas	A doação pode ser a analogia da ligação iônica, por exemplo, eu não quero mais uma roupa e decido doar, e na iônica um átomo não quer o elétron e decide doar p/ o outro átomo.
07	Covalente	Ser humano e as árvores	Com a arvore absorvendo CO ₂ e liberando O ₂ , contrário do que o ser humano faz, absorvendo O ₂ e liberando CO ₂ . Sendo assim, um ajudando o outro.

Fonte: elaborado pelo autor.

5.2.1 Análise das Analogias Criadas

1. Grupo 01 – Covalente | Reutilização de embalagens de vidro

Ponto forte: associação com sustentabilidade e reaproveitamento de materiais.

Limitação: a analogia não representa diretamente o conceito de *compartilhamento de elétrons*, típico das ligações covalentes, focando mais no aspecto ambiental.

Observação: boa contextualização, mas baixa correspondência com o processo químico.

2. Grupo 02 – Metálica | Brinquedo movido a pilha

Ponto forte: referência à condutividade e uso de metais nos brinquedos.

Limitação: a explicação mistura conceitos (pilha, fios, reaproveitamento de alumínio) sem conexão clara com o *modelo do mar de elétrons* ou compartilhamento coletivo típico da ligação metálica.

Observação: analogia rica em ideias, mas com baixa precisão conceitual.

3. Grupo 03 – Covalente | Compartilhamento de recursos naturais

Ponto forte: excelente representação do *compartilhamento de elétrons* por meio da divisão de um recurso comum (água).

Limitação: poderia ser aprimorada com mais termos químicos, mas a essência foi corretamente capturada.

Observação: analogia simples, eficaz e altamente comprehensível – uma das mais bem elaboradas.

4. Grupo 04 – Metálica | Carros elétricos

Ponto forte: uso de um tema tecnológico contemporâneo (mobilidade elétrica); aproximação com o conceito de condutividade.

Limitação: a analogia se concentra no *fluxo de energia* e não no *mar de elétrons*, o que reduz sua precisão química.

Observação: boa escolha de contexto, mas falta profundidade conceitual.

5. Grupo 05 – Metálica | Canudo de metal

Ponto forte: forte apelo à sustentabilidade, reutilização e combate à poluição.

Limitação: a analogia não faz menção ao comportamento eletrônico da ligação metálica, focando apenas no material.

Observação: alta relevância ambiental, mas fraca representação do conceito químico.

6. Grupo 06 – Iônica | Doação de roupas

Ponto forte: associação direta com a *transferência de elétrons* (doação), que é o princípio da ligação iônica.

Limitação: metáfora bem direcionada, mas pode induzir à ideia de “descarte” e não de formação de substância estável.

Observação: analogia funcional, criativa e bem próxima do conceito – muito bem executada.

7. Grupo 07 – Covalente | Ser humano e as árvores

Ponto forte: representação da *troca mútua* entre seres vivos, remetendo ao equilíbrio

da covalência.

Limitação: embora simbólica e bonita, a analogia pode gerar confusão com ciclos biológicos e gases, desviando o foco do modelo atômico.

Observação: altamente contextualizada e conceitualmente inspiradora, embora mais interpretativa.

5.2.2 Avaliação da Atividade como Estratégia de Verificação

A realização desta atividade demonstrou ser um instrumento pedagógico eficaz para avaliar não apenas o nível de compreensão dos alunos, mas também sua capacidade de reinterpretar conceitos científicos em contextos reais e sustentáveis. A diversidade das analogias criadas evidenciou a assimilação dos princípios fundamentais das ligações químicas, ainda que em graus variados de complexidade e precisão.

Além disso, a proposta permitiu observar aspectos como:

- Engajamento e criatividade dos estudantes;
- Integração dos conteúdos com temas socioambientais;
- Desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores, como síntese, abstração e comunicação científica.

Mesmo nos casos em que a analogia apresentou falhas conceituais, o exercício foi válido para promover reflexão, discussão e aprendizagem por reconstrução. A experiência mostrou-se altamente proveitosa tanto como forma de avaliação qualitativa quanto como momento de consolidação e ressignificação do conteúdo.

5.3 Impacto das Aulas na Compreensão dos Alunos

Após a realização das aulas com o uso de analogias sustentáveis, na etapa final, os estudantes responderam a um questionário reflexivo e auto avaliativo, disponível no Apêndice D, com o objetivo de analisar a percepção sobre o aprendizado, a eficácia da metodologia aplicada, a compreensão conceitual e o impacto da interdisciplinaridade com a sustentabilidade. O questionário permitiu avaliar os efeitos da intervenção de forma mais ampla e subjetiva.

Considerando o perfil dos participantes, destaca-se que os alunos residem em contexto urbano, o que implica em experiências sociais e culturais associadas ao cotidiano da cidade, como transporte público, descarte de resíduos, consumo de energia e acesso a recursos tecnológicos. Esses elementos foram levados em conta na elaboração das analogias utilizadas

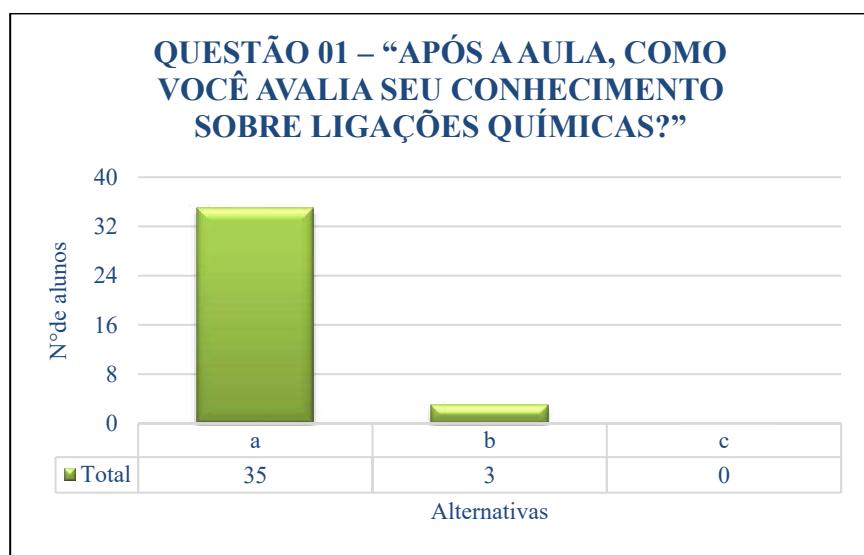
nas aulas, todas construídas com base em temas e situações previamente abordados com os alunos em sala de aula, de forma a garantir a familiaridade com os contextos representados. Essa escolha visou potencializar a identificação dos estudantes com os conteúdos trabalhados e ampliar a compreensão conceitual por meio de associações significativas com a realidade vivenciada por eles.

Os dados quantitativos foram organizados em gráficos de barras, representando a frequência de respostas para cada item. As respostas abertas do questionário avaliativo foram analisadas com foco na percepção individual dos alunos sobre as dificuldades persistentes, as analogias mais úteis e a experiência com a metodologia utilizada. A seguir, destacam-se os resultados e suas respectivas análises:

- Questão 01 – “Após a aula, como você avalia seu conhecimento sobre ligações químicas?”

Dos 38 estudantes que participaram, 34 alunos (89,5%) afirmaram que seu conhecimento melhorou significativamente, selecionando a opção a) “Muito melhor, entendi bem”. Outros 3 alunos (7,9%) optaram por b) “Melhor, mas ainda tenho dúvidas”, e apenas 1 aluno (2,6%) indicou que c) “não mudou muito”. Nenhum estudante selecionou a opção d) “continuo com dificuldade”. Esses dados demonstram uma percepção positiva em relação ao processo de aprendizagem, como representado no **Gráfico 8**, que sintetiza a autoavaliação dos alunos após a intervenção didática.

Gráfico 8 – Questão 01 da Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa



Fonte: elaborado pelo autor.

O resultado aponta para um avanço significativo no domínio conceitual dos alunos, sugerindo que as estratégias didáticas adotadas – especialmente o uso de analogias contextualizadas com situações reais – contribuíram de forma efetiva para a compreensão do conteúdo, tornando-o mais claro, acessível e conectado às vivências dos estudantes.

- Questão 02 – “Qual tipo de ligação química você acha que comprehendeu melhor?”

As respostas a essa questão foram variadas, com alguns alunos selecionando mais de uma opção, o que indica que muitos se sentiram seguros em relação a mais de um tipo de ligação química. No total, 28 alunos assinalaram a alternativa a) “Iônica” e também b) “Covalente”, evidenciando que esses dois tipos de ligação foram os mais assimilados. A opção c) “Metálica” foi escolhida por 24 alunos, ficando ligeiramente atrás das demais. Importante destacar que nenhum aluno selecionou a alternativa d) "Nenhuma". As respostas obtidas podem ser melhor interpretadas através do **Gráfico 9**, abaixo:

Gráfico 9 – Questão 02 da Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa



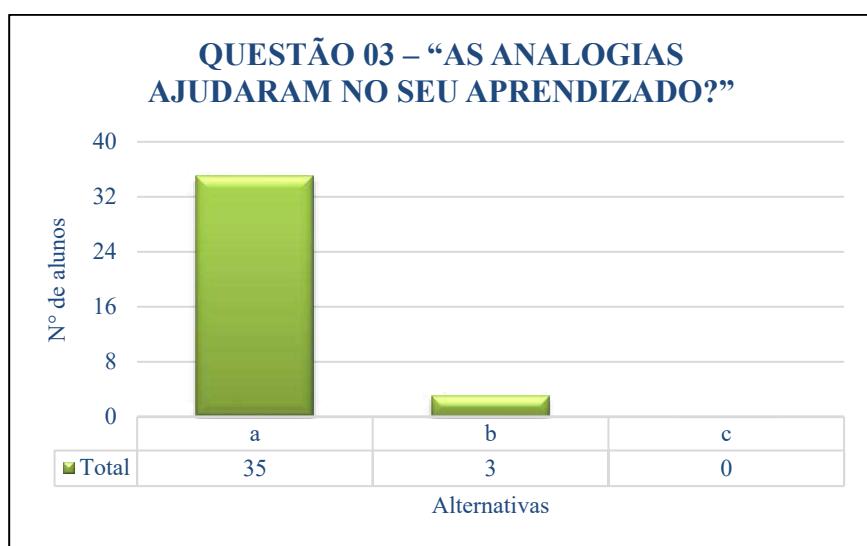
Fonte: elaborado pelo autor.

Embora a análise pudesse ser mais precisa se os alunos tivessem sido orientados a marcar apenas uma alternativa, o fato de 100% dos participantes terem indicado ao menos uma ligação compreendida demonstra uma assimilação significativa dos conteúdos trabalhados em sala. A ausência de respostas negativas reforça que os estudantes conseguiram apropriar-se conceitualmente do tema, o que evidencia a eficácia da estratégia metodológica adotada.

▪ Questão 03 – “As analogias ajudaram no seu aprendizado?”

Uma parcela expressiva dos alunos – 33 estudantes (86,8%) – respondeu afirmativamente à alternativa a) “Sim, ajudaram muito”, enquanto 5 alunos (13,2%) marcaram a opção b) “Ajudaram um pouco”. Nenhum aluno selecionou a alternativa c) “Não ajudaram”, o que evidencia a aceitação unânime do recurso entre os participantes. A distribuição dessas respostas pode ser visualizada no **Gráfico 10**, que representa a percepção dos alunos sobre a contribuição das analogias para o processo de aprendizagem.

Gráfico 10 – Questão 03 da Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa



Fonte: elaborado pelo autor.

Os dados reforçam a efetividade das analogias como recurso didático, atuando como facilitadoras da compreensão de conceitos abstratos e promovendo maior engajamento e significado à aprendizagem. A ausência de respostas negativas valida a proposta metodológica desenvolvida, reforçando seu potencial como estratégia pedagógica inovadora e eficaz no ensino de Química.

▪ Questão 04 – “Qual analogia você achou mais útil e por quê?”

As respostas demonstraram que a maioria dos alunos foi capaz de reconhecer e justificar analogias que contribuíram efetivamente para a compreensão dos diferentes tipos de ligações químicas. A identificação desses exemplos evidencia que a proposta didática foi bem assimilada e que as analogias cumpriram seu papel como ponte entre o conhecimento abstrato e a realidade concreta dos estudantes. Entre as analogias mais citadas, destacam-se:

- A **ligação covalente** foi associada ao compartilhamento equilibrado entre pessoas ou casas, especialmente por meio da analogia com sistemas de energia solar:
 “A do painel solar entre casas, porque mostrou como os átomos compartilham energia igual.”;
- “A comparação com vizinhos dividindo a energia ajudou a entender o conceito de covalente.”.
- A **ligação iônica** foi frequentemente relacionada à transferência ou doação de energia, como exemplificado na analogia com a energia solar:
 “Energia Solar com Ligação Iônica, pois eu entendi bem o conceito, de como a placa fosse transferindo elétron para uma fonte de energia.”;
 “Ficou fácil de entender quando falaram que era como doar energia.”.
- A **ligação metálica** foi a menos mencionada de forma espontânea, o que pode indicar um maior nível de complexidade na assimilação dessa analogia. No entanto, destaca-se um aspecto positivo: três alunos relacionaram a ligação metálica a uma analogia contextualizada de forma improvisada em sala, após um celular tocar durante a aula. Foi utilizado esse episódio como gancho para comparar o funcionamento interno do aparelho (com movimentação de elétrons em placas metálicas) com o modelo da ligação metálica, o que foi absorvido pelos alunos. Isso demonstra atenção e conexão ativa com a aula, indo além da simples repetição de exemplos previamente apresentados. Alguns exemplos de respostas foram:
 “Achei a analogia do celular da placa metálica que faz ligação metálica através dos elétrons que fazem compartilhamento entre si.”;
 “A analogia entre a reciclagem e a ligação metálica, pois mostra que se um objeto for reciclado inúmeras vezes ele não perde a sua propriedade.”

As respostas refletem que os alunos conseguiram estabelecer conexões significativas entre as analogias e os conceitos químicos, o que valida o uso dessa estratégia como eficaz mediadora da aprendizagem. Ainda assim, foi possível identificar que uma pequena parcela dos alunos (cerca de 5%) continuou relacionando analogia a estratégias mnemônicas, como frases ou siglas para memorização. Embora úteis em outros contextos, essas estratégias não representam a função conceitual das analogias didáticas, indicando que, para esses casos, seria

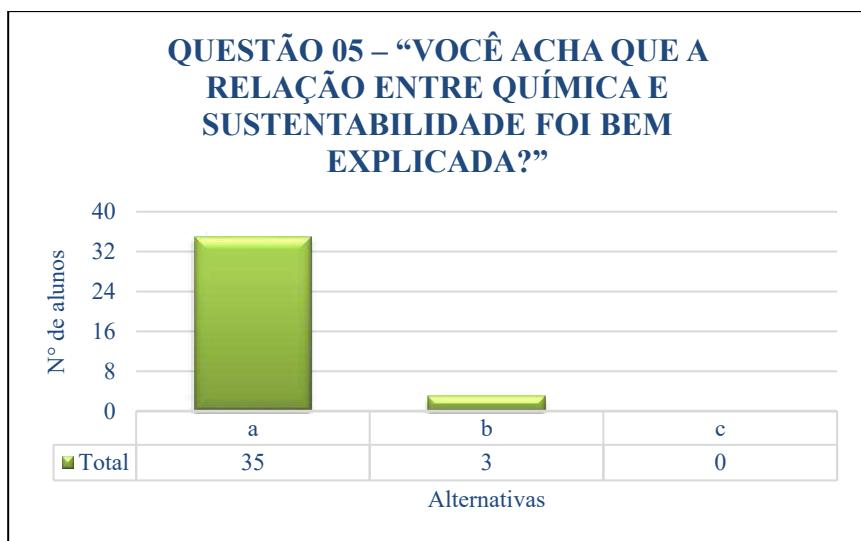
interessante um reforço formativo sobre o que é e como se constrói uma analogia científica.

De maneira geral, o alto índice de respostas coerentes revela uma aceitação positiva da metodologia e um grau significativo de compreensão conceitual, demonstrando que o uso de analogias sustentáveis favoreceu a aprendizagem e despertou o interesse dos alunos pela disciplina.

▪ Questão 05 – “Você acha que a relação entre química e sustentabilidade foi bem explicada?”

Dos 38 alunos participantes, 37 (97,4%) marcaram a alternativa **a) “Sim, totalmente”**, enquanto apenas 1 aluno (2,6%) respondeu **b) “Parcialmente”**. Nenhum estudante selecionou a opção **c) “Não, fiquei com dúvidas”**, demonstrando alto índice de compreensão da abordagem interdisciplinar proposta. A distribuição das respostas está representada no **Gráfico 11**, que ilustra a percepção dos alunos quanto à clareza da relação entre os conceitos químicos e a temática da sustentabilidade.

Gráfico 11 – Questão 05 da Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa



Fonte: elaborado pelo autor.

Esses resultados indicam que a relação entre Química e Sustentabilidade foi amplamente compreendida pela turma, validando o uso de exemplos contextualizados e analogias temáticas como ferramentas eficazes para conectar o conteúdo científico a questões socioambientais contemporâneas. A quase unanimidade das respostas positivas evidencia que a proposta didática contribuiu para expandir a percepção dos alunos sobre a aplicabilidade da Química no enfrentamento de desafios reais, como o consumo consciente de recursos, a

geração e o descarte de resíduos, os impactos da poluição e a busca por alternativas sustentáveis nos processos de produção e no cotidiano.

- Questão 06 – “O que você ainda acha difícil sobre ligações químicas?”

As respostas a essa questão indicaram que 29 estudantes afirmaram não apresentar mais dificuldades em relação ao conteúdo após a aplicação das aulas com uso de analogias sustentáveis. Esse dado reforça a percepção positiva dos alunos quanto à efetividade da proposta pedagógica na clareza conceitual e na compreensão dos tipos de ligações químicas.

Entre os nove alunos restantes, que relataram alguma dificuldade, o aspecto mais mencionado foi relacionado à parte de cálculos envolvendo ligações químicas, como distribuição eletrônica, formação de moléculas ou estruturas de Lewis. No entanto, vale destacar que essa vertente não foi abordada diretamente na proposta didática, que teve como foco principal o reforço conceitual e a compreensão qualitativa das ligações químicas, por meio de analogias contextualizadas com a sustentabilidade. Sendo assim, não é possível avaliar, nesta pesquisa, se o uso das analogias impactaria diretamente na superação dessas dificuldades de natureza quantitativa.

Outros comentários pontuais revelaram dúvidas mais específicas, como:

- “Identificar os elementos presentes nas ligações, de que são feitos.”;
- “Ainda tenho um pouco de dúvida com relação às ligações metálicas, mas fora isso achei fácil.”;
- “Diferenciar cátions e ânions das ligações iônicas.”.

Essas observações sugerem que, embora a compreensão geral tenha sido satisfatória, ainda há pequenas lacunas individuais relacionadas à identificação dos elementos participantes e à diferenciação entre os tipos de ligação, especialmente a ligação metálica – que, como indicado anteriormente, é comumente percebida como mais abstrata pelos alunos.

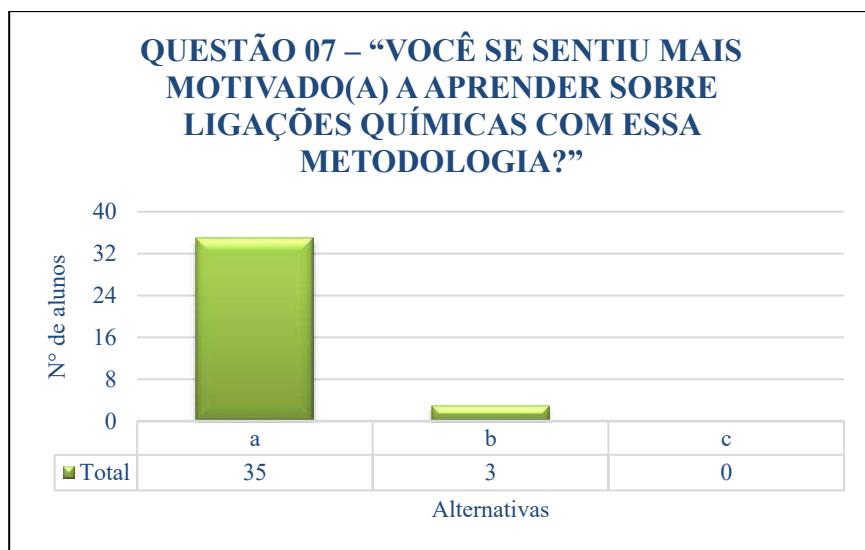
De modo geral, os dados obtidos reforçam que a grande maioria dos estudantes se sentiu segura em relação ao conteúdo, e que as dificuldades residuais foram pontuais ou extrapolaram o escopo da proposta desenvolvida. Nesse sentido, torna-se relevante reconhecer as limitações da metodologia adotada: por priorizar a abordagem qualitativa e conceitual, o uso de analogias sustentáveis não contemplou aspectos quantitativos ou operacionais das ligações químicas, como cálculos, distribuição eletrônica e estruturas de Lewis – conteúdos que exigem estratégias complementares. Além disso, o foco na contextualização com a sustentabilidade, embora eficaz para aproximar o conteúdo da realidade dos alunos, pode ter

deixado em segundo plano abordagens mais sistemáticas ou formais, especialmente para aqueles com maior afinidade por esquemas ou modelos estruturados. Essas limitações não invalidam a proposta, mas apontam caminhos para futuras intervenções que integrem diferentes abordagens didáticas de forma articulada e progressiva.

- Questão 07 – “Você se sentiu mais motivado(a) a aprender sobre ligações químicas com essa metodologia?”

Dos 37 alunos que responderam à questão, 30 assinalaram a alternativa a) “Sim, muito mais”, enquanto 7 alunos escolheram b) “Um pouco mais”. Nenhum estudante optou pela alternativa c) “Não, preferia outro método”, e 1 aluno deixou a questão em branco (a abstenção de respostas está representada pela simbologia “---” no Gráfico 12). A distribuição das respostas pode ser visualizada no Gráfico 12, que apresenta a percepção dos alunos quanto ao impacto da metodologia na motivação para aprender sobre ligações químicas.

Gráfico 12 – Questão 07 da Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa



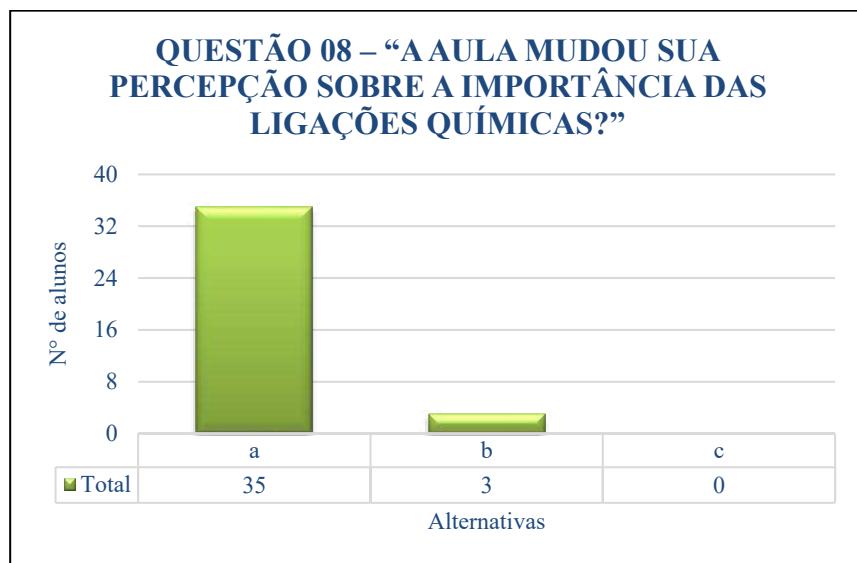
Fonte: elaborado pelo autor.

Os resultados demonstram que a metodologia baseada no uso de analogias sustentáveis teve forte impacto positivo na motivação dos alunos, o que é um fator essencial para o engajamento e a consolidação da aprendizagem. A ausência de respostas negativas reforça a aceitação da proposta e sugere que estratégias didáticas que aproximam os conteúdos científicos do cotidiano e de temas relevantes podem promover uma atitude mais ativa e participativa por parte dos estudantes.

▪ Questão 08 – “A aula mudou sua percepção sobre a importância das ligações químicas?”

Nesta questão, 100% dos alunos (38 estudantes) selecionaram a alternativa a) “Sim, agora vejo como são essenciais.”. Nenhum aluno optou pelas alternativas b) “Ainda não entendo muito bem” ou c) “Não, continuo sem ver utilidade”. A unanimidade das respostas está representada no **Gráfico 13**, que demonstra o impacto da proposta metodológica na valorização das ligações químicas como parte fundamental do conhecimento químico.

Gráfico 13 – Questão 08 da Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa



Fonte: elaborado pelo autor.

Esse resultado evidencia que a proposta didática aplicada foi eficaz não apenas para a compreensão conceitual das ligações químicas, mas também para ressignificar sua relevância na visão dos alunos. O fato de todos os estudantes terem reconhecido a importância do tema após a aula demonstra o sucesso da abordagem interdisciplinar, que conectou o conteúdo científico a aspectos práticos do cotidiano e da sustentabilidade.

▪ Questão 09 – “Você indicaria esse método para outras turmas?”

Dos 38 alunos que responderam à questão, 35 (92,1%) assinalaram a alternativa a) “Sim, com certeza”, enquanto 3 alunos (7,9%) marcaram b) “Talvez”. Nenhum estudante escolheu a opção c) “Não”. A distribuição das respostas encontra-se representada no **Gráfico 14**, que evidencia a receptividade da metodologia e seu potencial de replicação.

Gráfico 14 – Questão 09 da Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa



Fonte: elaborado pelo autor.

O elevado índice de respostas positivas demonstra uma forte aceitação da metodologia aplicada, sugerindo que os alunos reconheceram valor no uso de analogias sustentáveis como estratégia de ensino. A ausência total de rejeições reforça o potencial de replicabilidade da proposta didática, tornando-a uma abordagem recomendável para outras turmas e contextos educativos que visem tornar o ensino de conteúdos abstratos mais significativo, acessível e contextualizado.

■ Questão 10 – “Deixe um comentário sobre sua experiência com essa aula e o uso de analogias.”

As respostas à última questão do questionário avaliativo revelaram uma avaliação amplamente positiva da metodologia aplicada. Os alunos demonstraram satisfação com a proposta didática e destacaram, sobretudo, a clareza dos conteúdos, a relação com o cotidiano e a facilidade de compreensão promovida pelas analogias.

Entre os comentários mais representativos, destacam-se:

- “Gostei muito dessa aula pois me ensinou como utilizar de outra forma e entender ligações químicas com outros olhos.”;
- “Gostei porque me fez pensar em coisas do dia a dia.”;
- “Foi uma ótima aula e as analogias ajudaram bastante no entendimento.”;
- “Foi uma ótima aula, pois além de compreender ainda mais, aprendi a relacionar com analogias sustentáveis em que são aplicadas em nosso cotidiano.”;
- “Foi uma boa experiência, pois deu uma revisada no conteúdo e eu compreendi

melhor com o uso de analogias.”.

Além do reconhecimento da eficácia das analogias como recurso de mediação do conhecimento, vários estudantes mencionaram a importância de utilizar exemplos práticos e visualmente acessíveis, reforçando a aproximação entre a teoria química e a realidade cotidiana como diferencial da proposta.

É importante destacar que nenhum dos 38 alunos apresentou comentários negativos ou expressou resistência à metodologia utilizada, o que evidencia a aceitação unânime da proposta. Essa receptividade, aliada à motivação observada durante a aula e aos resultados quantitativos obtidos, reforça o potencial das analogias sustentáveis como estratégia didática inovadora, eficaz e replicável em outros contextos educativos.

De forma geral, os comentários finais evidenciam que a intervenção não apenas contribuiu para a melhora na compreensão dos conteúdos de ligações químicas, como também despertou nos estudantes um novo olhar sobre a importância do ensino contextualizado e interdisciplinar, promovendo aprendizagem significativa e engajamento.

Os dados do questionário avaliativo demonstraram que a metodologia baseada no uso de analogias sustentáveis contribuiu de maneira significativa para a compreensão, retenção e contextualização dos conceitos de ligações químicas. Os alunos se mostraram mais motivados, engajados e confiantes em relação ao conteúdo, reconhecendo o valor da interdisciplinaridade com a sustentabilidade. Tais resultados confirmam a efetividade da estratégia didática aplicada e reforçam seu potencial de replicabilidade em outros contextos educacionais.

5.4 Relação entre Ligações Químicas e Sustentabilidade

Um dos aspectos centrais desta pesquisa foi promover, por meio de analogias, a interdisciplinaridade entre os conceitos de ligações químicas e a temática da sustentabilidade. A intenção foi aproximar o conteúdo tradicionalmente abstrato da Química de contextos reais e socialmente relevantes, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa.

Durante as aulas, os conceitos químicos foram associados a exemplos de práticas sustentáveis, como o uso de energias renováveis, o reaproveitamento de recursos naturais e a reciclagem de materiais, com o objetivo de estimular os alunos a refletirem sobre o papel da ciência na construção de um futuro mais equilibrado.

As respostas dos alunos ao questionário avaliativo revelaram que a grande maioria

compreendeu a relação entre os conceitos de ligações químicas e as práticas sustentáveis. Em perguntas abertas, foi possível observar exemplos espontâneos de associação, como:

- “O sal conserva alimentos e ajuda a economizar energia, porque não precisa de geladeira”;
- “Reciclar metais é como os elétrons que ficam livres nos metais, dá pra usar de novo”;
- “Compartilhar energia entre casas com painéis solares parece com os átomos dividindo elétrons”.

Além das respostas escritas, durante a atividade em grupo, vários alunos comentaram como nunca haviam pensado que a Química pudesse ter relação com temas ambientais ou sociais. Esse tipo de percepção evidencia que a abordagem proposta ampliou o olhar dos estudantes para além da sala de aula, estimulando uma visão mais crítica e contextualizada da ciência.

Outro ponto importante foi a constatação de que os alunos passaram a enxergar a sustentabilidade como um campo de aplicação dos conhecimentos químicos, o que pôde ser identificado tanto nas respostas abertas do questionário avaliativo quanto nas falas espontâneas durante as atividades em grupo. Nessas manifestações, os estudantes relacionaram diretamente conceitos como reaproveitamento de materiais, economia de energia e uso de fontes renováveis a fenômenos químicos, especialmente à formação e ao comportamento das ligações entre átomos e moléculas. Esse tipo de compreensão indica que, para além da assimilação conceitual, os alunos foram capazes de transferir o conhecimento aprendido para contextos sociais e ambientais, reconhecendo o papel da Química na construção de soluções sustentáveis.

Dessa forma, a atividade contribuiu não apenas para a revisão de conteúdos, mas também para o desenvolvimento da consciência socioambiental, em consonância com as diretrizes da BNCC, que valorizam a formação cidadã, crítica e participativa no ensino de Ciências da Natureza.

5.5 Reflexão sobre a Metodologia Utilizada

A proposta de utilizar analogias sustentáveis como estratégia didática para revisar os conceitos de ligações químicas revelou-se eficiente não apenas do ponto de vista conceitual, mas também em termos de engajamento, motivação e participação dos alunos.

Durante a aplicação da metodologia, foi possível observar maior envolvimento dos estudantes com a aula, especialmente nas etapas em que eram convidados a refletir sobre os

exemplos apresentados ou criar suas próprias analogias. A combinação entre conteúdo teórico e situações contextualizadas com temas de relevância social, como a sustentabilidade, contribuiu para ampliar o interesse dos alunos, que passaram a perceber a Química como algo mais próximo de sua realidade.

Os dados do questionário avaliativo confirmaram essa percepção. A maioria dos estudantes afirmou que a abordagem com analogias facilitou a compreensão dos conceitos e tornou a aula mais interessante e acessível. Relatos como “entendi melhor com os exemplos do dia a dia”, ou “a comparação ajudou a gravar o conteúdo”, reforçam o valor pedagógico dessa estratégia.

Além disso, o processo de construção de analogias pelos próprios alunos demonstrou que a metodologia estimulou a criatividade, o raciocínio lógico e a capacidade de abstração, permitindo que cada grupo expressasse sua compreensão do conteúdo de forma autêntica e significativa. Mesmo os grupos que apresentaram comparações imprecisas puderam, com orientação, reconhecer as limitações de suas analogias, o que contribuiu para refinar a compreensão conceitual.

Outro aspecto positivo foi a possibilidade de integrar conteúdos da educação científica com temas transversais, como meio ambiente, consumo consciente e inovação tecnológica, alinhando-se com os princípios da interdisciplinaridade e da aprendizagem significativa.

A experiência evidenciou que o uso de analogias, especialmente quando bem contextualizadas, não deve ser visto como um recurso secundário, mas como uma ferramenta estratégica no ensino de Química, capaz de transformar conceitos abstratos em experiências de aprendizado concretas, conectadas ao cotidiano dos alunos e aos desafios do mundo contemporâneo.

6 CONCLUSÃO

A presente monografia teve como objetivo investigar a eficácia do uso de analogias sustentáveis como estratégia didática para a revisão dos conceitos de ligações químicas no ensino médio. A escolha do tema decorreu da observação das dificuldades recorrentes dos alunos em compreender conceitos abstratos da Química, como as interações entre átomos e a estrutura da matéria. Diante disso, propôs-se uma abordagem metodológica que articulasse o conteúdo científico com situações do cotidiano, especialmente vinculadas à temática da sustentabilidade, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

Os resultados obtidos demonstraram que o uso de analogias, quando bem elaboradas e conectadas a temas relevantes socialmente, favorece a construção de sentido para os conceitos científicos. A utilização de exemplos ligados à reciclagem, ao uso de energias renováveis e à preservação de recursos naturais serviu como ponte entre o conteúdo químico e o contato real dos estudantes com os exemplos citados, gerando maior engajamento, motivação e compreensão.

A criação de analogias pelos próprios alunos, durante a atividade de encerramento, revelou-se uma etapa especialmente rica. Através dela, foi possível perceber a internalização dos conceitos, bem como a capacidade dos estudantes de ressignificar o conteúdo a partir de suas próprias referências culturais e sociais. Ainda que algumas comparações apresentassem imprecisões, o processo de elaboração e discussão das analogias permitiu a correção de concepções alternativas, reforçando o papel dessa estratégia como instrumento de ensino e avaliação formativa.

Além dos ganhos conceituais, a proposta contribuiu para desenvolver competências alinhadas à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como o pensamento científico, crítico e criativo, a argumentação, a responsabilidade e a cidadania. Ao abordar a Química em interface com a sustentabilidade, o trabalho promoveu uma formação mais integral e crítica, estimulando os alunos a compreenderem o papel da ciência na construção de soluções para problemas ambientais e sociais.

No entanto, é importante reconhecer algumas limitações observadas durante a implementação da proposta. A principal delas refere-se ao tempo reduzido para o aprofundamento e refinamento das analogias, o que pode ter comprometido o desenvolvimento de comparações mais precisas e tecnicamente consistentes. Outro aspecto que merece destaque é o fato de que as analogias desenvolvidas abordaram prioritariamente os aspectos qualitativos dos conceitos químicos, não sendo explorada a dimensão quantitativa, como a estequiometria ou

a distribuição eletrônica, o que limita o escopo da avaliação da eficácia da estratégia em sua totalidade.

Conclui-se, portanto, que o uso de analogias sustentáveis no ensino de ligações químicas mostrou-se uma abordagem didática eficaz, tanto na melhoria da aprendizagem de conteúdos específicos quanto na promoção da interdisciplinaridade e da consciência socioambiental. Contudo, ressalta-se que essa metodologia deve ser compreendida como uma prática complementar à abordagem tradicional, e não como sua substituta. A combinação entre diferentes estratégias didáticas é fundamental para contemplar a diversidade de estilos de aprendizagem e garantir uma formação científica sólida, crítica e engajada. Recomenda-se a ampliação dessa proposta para outras temáticas do currículo de Química, bem como a realização de novas pesquisas que aprofundem a relação entre analogias, aprendizagem significativa e formação cidadã no contexto da educação básica.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Plátano, 2003.
- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: Uma abordagem teórico-prática.** Porto Alegre: Penso, 2018.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 4 mar. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental.** Diário Oficial da União, Brasília, 27 abr. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm>. Acesso em: 12 jan. 2025.
- BROWN, S; SALTER, S. *Analogy in science and science teaching. Advances in Physiology Education*, v. 34, n. 4, p. 167-169, 2010.
- COLL, C. Psicologia e currículo: Uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar. São Paulo: Ática, 2006.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **A temática energia: uma proposta de integração entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 11, n. 1, p. 41-65, 1994.
- DELIZOICOV, D.; FREIRE, I. P. A. **Contextualização no ensino de ciências: o que é isso?** São Paulo: Cortez, 2005.
- DAGHER, Z. R. **Analysis of analogies used by science teachers. Journal of Research in Science Teaching**, v. 32, n. 3, p. 259-270, 1995.

DRIVER, R.; EASLEY, J. **Pupils and Paradigms: A Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students.** Studies in Science Education, v. 5, n. 1, p. 61-84, 1978.

DUIT, R. **On the role of analogies and metaphors in learning science.** Science Education, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GLYNN, S. M. **Explaining Science Concepts: A Teaching-with-Analogies Model.** Em: GLYNN, S. M.; YEANY, R. H.; BRITTON, B. K. (Eds.). *The Psychology of Learning Science*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1991. p. 219-240.

HARRISON, A. G.; COLL, R. **Using Analogies in Middle and Secondary Science Classrooms.** Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2008.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. **Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry.** Science Education, v. 84, n. 3, p. 352-381, 2000.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. **Teaching and learning with analogies: Friend or foe?** Em: AUBUSSON, P. J.; HARRISON, A. G.; RITCHIE, S. M. (Eds.). *Metaphor and Analogy in Science Education*. Dordrecht: Springer, 2006a. p. 11-24.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. **The influence of analogy-based instruction on students' meaningful understanding of chemical bonding.** In: GILBERT, John K. et al. (Org.). *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Dordrecht: Springer, 2006b. p. 239-258.

JOHNSTONE, A. H. **Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem.** Journal of Computer Assisted Learning, v. 7, n. 2, p. 75-83, 1991.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. **Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers.** International Journal of Science Education, v. 24, n. 4, p. 369–387, 2002.

- LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições.** 20. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. **Meaning Making in Secondary Science Classrooms.** Maidenhead: Open University Press, 2002.
- NOVAK, J. D. **Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations.** 2nd ed. New York: Routledge, 2010.
- ORGILL, M.; BODNER, G. **The role of analogies in chemistry teaching.** Em: GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. F. (Eds.). *Multiple Representations in Chemical Education*. Dordrecht: Springer, 2006. p. 333-350.
- PAULING, L. **The Nature of the Chemical Bond.** 3. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1960.
- SANTOS, F. A.; MORTIMER, E. F. **Uma análise da organização do conteúdo de ligações químicas em livros didáticos.** Química Nova na Escola, n. 16, p. 30-36, 2002.
- SANTOS, J. R. dos; MÁXIMO, D. R. **Biologia e Geografia em foco: a interdisciplinaridade como investigação da interface entre teoria e prática além dos muros da escola.** Revista Educação Pública, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, 2019. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/4/biologia-e-geografia-em-foco-a-interdisciplinaridade-como-investigacao-da-interface-entre-teoria-e-pratica-alem-dos-muros-da-escola>>. Acesso em: 13 jun. 2025.
- TABER, K. S. **Building the structural concepts of chemistry: Some considerations from educational research.** Chemistry Education Research and Practice, v. 2, n. 2, p. 123-158, 2001.
- TAYLOR, N.; COLL, R. K. **A multilevel analysis of student conceptions in chemistry.** Science Education International, v. 13, n. 2, p. 48–56, 2002.
- THIELE, R. B.; TREAGUST, D. F. **The nature and extent of analogies in secondary chemistry textbooks.** Instructional Science, v. 20, n. 2-3, p. 165-186, 1991.

- TREAGUST, D. F.; HARRISON, A. G. **The genesis of effective scientific explanations for the classroom.** Em: LUBBEN, F.; CAMPBELL, B. (Eds.). Teaching Science in Developing Countries: Issues and Perspectives. Amsterdam: VU University Press, 2000. p. 29-46.
- TREAGUST, D. F.; HARRISON, A. G.; VICKERSTAFF, J. **Teaching science effectively with analogies: An approach for preservice and inservice teacher education.** Washington, DC: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education, 1998.
- VOSNIADOU, S. **Students' misconceptions and science education.** Oxford Research Encyclopedia of Education, 30 jul. 2020. Disponível em: <<https://oxfordre.com/education/view/10.1093/acrefore/9780190264093.001.0001/acrefore-9780190264093-e-965>>. Acesso em: 17 jun. 2025.
- VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes.** Cambridge: Harvard University Press, 1978.
- WONG, E. D. **Understanding the generative capacity of analogies as a tool for explanation.** Journal of Research in Science Teaching, v. 30, n. 10, p. 1259-1272, 1993.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Avaliação Diagnóstica - Ligações Químicas e Analogias Sustentáveis

Nome: _____

Instruções: Responda as questões abaixo de acordo com seu conhecimento. Não se preocupe com respostas erradas, este questionário servirá para ajustar o conteúdo das aulas.

- 1) Você já ouviu falar sobre ligações químicas?
 - a) Sim, sei explicar.
 - b) Sim, mas não sei explicar bem.
 - c) Não, nunca ouvi falar.

- 2) O que você entende por ligações químicas?

- 3) Quais dos seguintes tipos de ligações químicas você já conhece? (Pode marcar mais de uma opção)

- a) Iônica
- b) Covalente
- c) Metálica
- d) Nenhuma das anteriores

- 4) Você já utilizou analogias para aprender algum conteúdo na escola?

- a) Sim, várias vezes.
- b) Sim, algumas vezes.
- c) Não, nunca usei.

- 5) O que você entende por analogia? Você acredita que aprender por meio delas pode te ajudar? Justifique sua resposta.

- 6) Você acha que as ligações químicas estão presentes no seu dia a dia?
- a) Sim, totalmente.
 - b) Talvez, mas não sei como.
 - c) Não, acho que não.
- 7) Como você avalia sua dificuldade para aprender sobre ligações químicas?
- a) Fácil, entendo bem.
 - b) Média, entendo algumas partes.
 - c) Difícil, tenho muitas dúvidas.
- 8) Você já relacionou ligações químicas com sustentabilidade?
- a) Sim, já vi essa relação.
 - b) Não, nunca pensei nisso.
 - c) Não sei responder.
- 9) Qual desses elementos você acha que possui ligações químicas?
- a) Água
 - b) Plástico
 - c) Metais
 - d) Todos os anteriores
- 10) O que você espera aprender/relembrar sobre ligações químicas nesta aula?
-
-
-
-

APÊNDICE B – PLANO DE AULA 01

PLANO DE AULA - 01	
1. Identificação:	
Disciplina: Química	
Série: 2º Ano - Ensino Médio	
Professora: Aline Freitas	
Duração: 50 minutos	
Data: 01/04/2025	
2. Tema da Aula:	
Revisão dos conceitos de Ligações Químicas e Diagnóstico Inicial.	
3. Habilidade:	
(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.	
4. Objetivos - Gerais e Específicos:	
4.1. <u>Objetivo Geral:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar o conhecimento prévio dos alunos sobre ligações químicas e revisar os conceitos fundamentais de maneira contextualizada. 4.2. <u>Objetivos Específicos:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar as concepções prévias dos alunos sobre ligações químicas; ▪ Revisar os conceitos de ligações iônicas, covalentes e metálicas; ▪ Introduzir a relevância da sustentabilidade e sua relação com as ligações químicas. 	
5. Conteúdo	
a. Apresentação da aula: <ul style="list-style-type: none"> i. Explicação breve sobre o objetivo da aula e a importância da revisão dos conceitos. b. Diagnóstico Inicial: <ul style="list-style-type: none"> ii. Aplicação de questionário diagnóstico para avaliar o conhecimento prévio dos alunos; iii. Discussão inicial com base nas respostas dos alunos. c. Introdução às Ligações Químicas: <ul style="list-style-type: none"> iv. Definição e importância das ligações químicas para a formação da matéria; v. Aplicação das ligações químicas no cotidiano e sua relevância na química sustentável. d. Tipos de Ligações Químicas: <ul style="list-style-type: none"> vi. Ligação Iônica: <ul style="list-style-type: none"> - Transferência de elétrons entre átomos com diferenças significativas de eletronegatividade; - Formação de compostos iônicos e suas propriedades (solubilidade, ponto de fusão, condutividade elétrica); vii. Ligação Covalente: <ul style="list-style-type: none"> - Compartilhamento de elétrons entre átomos; - Diferenciação entre ligações simples, duplas e triplas; - Exemplos de substâncias covalentes e suas aplicações. viii. Ligação Metálica: <ul style="list-style-type: none"> - Mar de elétrons e mobilidade eletrônica nos metais; - Propriedades dos metais explicadas pelo modelo da ligação metálica. e. Sustentabilidade e Ligações Químicas: <ul style="list-style-type: none"> ix. Como os materiais sustentáveis estão relacionados às ligações químicas; 	

<p>x. Exemplos práticos de compostos químicos usados na produção sustentável.</p> <p>f. Exemplo Prático e Reflexão:</p> <p>xi. Análise de objetos do cotidiano (sal de cozinha, metais, plásticos) para identificação dos tipos de ligações químicas presentes;</p> <p>xii. Reflexão sobre como a química influencia materiais sustentáveis e soluções ambientais.</p> <p>g. Recapitulação e Fechamento:</p> <p>xiii. Revisão interativa dos principais pontos abordados;</p> <p>xiv. Discussão sobre expectativas para a próxima aula e introdução ao uso de analogias sustentáveis;</p> <p>xv. Esclarecimento de dúvidas e incentivo à participação ativa nas próximas atividades.</p>
6. Metodologia
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Questionário diagnóstico: aplicação de questionário prévio para identificação do conhecimento dos alunos dos temas que serão abordados ao longo da aula e melhor direcionar a discussão inicial; ▪ Aula expositiva dialogada: abordagem dialogada para revisar conceitos de ligações químicas; ▪ Apresentação de conteúdo: slides e quadro branco; ▪ Atividade interativa: os alunos mencionem analogias que conhecem em contextos variados para identificação sobre o entendimento do uso de analogias; ▪ Recapitulação e Fechamento: recapitulação dos pontos principais; ▪ Leitura complementar: livros e materiais de leitura para que os alunos possam se aprofundar mais nos temas abordados na aula.
7. Recursos Didáticos
Projetor multimídia, slides, notebook, quadro branco, pincel, apagador, material impresso e folhas para anotações dos alunos.
8. Cronograma da aula
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresentação da aula (5 min) ▪ Diagnóstico Inicial (10 min) ▪ Introdução às Ligações Químicas (5 min) ▪ Tipos de Ligações Químicas (15 min) ▪ Sustentabilidade e Ligações Químicas: (5 min) ▪ Exemplo Prático e Reflexão: (5 min) ▪ Recapitulação e Fechamento: (5 min)
9. Avaliação
A avaliação será feita de forma diagnóstica e processual, considerando: Atividade interativa: pedir que os alunos mencionem analogias que conhecem em contextos variados para identificação sobre o entendimento do uso de analogias; Avaliação diagnóstica: identificação do conhecimento prévio dos alunos sobre ligações químicas, sustentabilidade e analogias.
10. Bibliografia
<p>10.1. Básica</p> <p>FELTRE, Ricardo. <i>Química: Físico-Química</i>. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004. 2 v.</p> <p>LÚCIA MARIA DE OLIVEIRA; VIVIANE F. F. DE MORAES. <i>Química: Ciência e suas Tecnologias</i>. Editora: Moderna, 2015.</p>
<p>10.2. Complementar</p> <p>GILBERTO DE LIMA; EDUARDO DE OLIVEIRA. <i>Química</i>. Editora: Saraiva, 2017.</p> <p>DANIEL F. DE SOUZA et al. <i>Química Geral e Experimental</i>. Editora: Atlas, 2019.</p>

APÊNDICE C – PLANO DE AULA 02

PLANO DE AULA - 02	
1. Identificação:	
Disciplina: Química	
Série: 2º Ano - Ensino Médio	
Professora: Aline Freitas	
Duração: 50 minutos	
Data: 01/04/2025	
2. Tema da Aula:	
Aplicação das Analogias Sustentáveis para Ligações Químicas.	
3. Habilidade:	
(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.	
4. Objetivos - Gerais e Específicos:	
4.1. <u>Objetivo Geral</u> : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilizar analogias sustentáveis para reforçar a compreensão das ligações químicas e avaliar o impacto dessa abordagem. 4.2. <u>Objetivos Específicos</u> : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Relacionar as ligações químicas a analogias sustentáveis; ▪ Explorar como os conceitos químicos são aplicados na preservação ambiental; ▪ Avaliar o impacto da metodologia ativa na aprendizagem dos alunos. 	
5. Conteúdo	
a. Revisão dos Conceitos de Ligações Químicas: i. Recapitação dos principais pontos abordados na aula anterior; ii. Importância da conexão entre química e sustentabilidade. b. Analogias Sustentáveis para Ligações Químicas: iii. Introdução ao conceito de analogias e sua aplicação na aprendizagem; iv. Exemplos de analogias sustentáveis: - Ligação Iônica: doação de elétrons comparada a sistemas de energia renovável; - Ligação Covalente: compartilhamento de recursos naturais entre comunidades; - Ligação Metálica: reciclagem de metais como exemplo de mobilidade eletrônica. c. Atividade em Grupo: v. Formação de grupos para criar novas analogias sustentáveis; vi. Apresentação das analogias criadas pelos alunos; vii. Discussão sobre a eficácia das analogias propostas. d. Reflexão Final e Avaliação: viii. Discussão sobre a experiência de aprendizado com as analogias; ix. Aplicação do questionário final para avaliar o impacto da metodologia.	
6. Metodologia	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aula expositiva dialogada: abordagem interativa para revisar conceitos e apresentar analogias; ▪ Trabalho em grupo: desenvolvimento de analogias próprias para reforçar a aprendizagem; ▪ Discussão coletiva: reflexão sobre a eficácia da metodologia baseada em analogias; ▪ Autoavaliação: os alunos expressam sua percepção sobre a abordagem utilizada. 	

7. Recursos Didáticos
Projetor multimídia, slides, notebook, quadro branco, pincel, apagador, material impresso e folhas para anotações dos alunos.
8. Cronograma da aula
<ul style="list-style-type: none">▪ Revisão dos Conceitos de Ligações Químicas (5 min)▪ Analogias Sustentáveis para Ligações Químicas (15 min)▪ Atividade em Grupo (20 min)▪ Reflexão Final e Avaliação (10 min)
9. Avaliação
A avaliação será formativa e reflexiva, considerando: Participação na atividade em grupo: criação e apresentação de analogias; Engajamento na discussão: reflexão sobre a relação entre química e sustentabilidade; Questionário final: identificação do impacto da metodologia e percepção dos alunos sobre o aprendizado.
10. Bibliografia
10.1. Básica
FELTRE, Ricardo. Química: Físico-Química. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004. 2 v. LÚCIA MARIA DE OLIVEIRA; VIVIANE F. F. DE MORAES. Química: Ciência e suas Tecnologias. Editora: Moderna, 2015..
10.2. Complementar
GILBERTO DE LIMA; EDUARDO DE OLIVEIRA. Química. Editora: Saraiva, 2017. DANIEL F. DE SOUZA et al. Química Geral e Experimental. Editora: Atlas, 2019.

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO REFLEXIVO E AUTO AVALIATIVO

Avaliação Reflexiva e Auto Avaliativa - Questionário de Avaliação Posterior

Nome: _____

Instruções: Responda as questões abaixo com sinceridade. Esse questionário nos ajudará a avaliar a eficácia do método utilizado.

1. Após a aula, como você avalia seu conhecimento sobre ligações químicas?

- a) Muito melhor, entendi bem.
- b) Melhor, mas ainda tenho dúvidas.
- c) Não mudou muito.
- d) Continuo com dificuldade.

2. Qual tipo de ligação química você acha que compreendeu melhor?

- a) Iônica
- b) Covalente
- c) Metálica
- d) Nenhuma

3. As analogias ajudaram no seu aprendizado?

- a) Sim, ajudaram muito.
- b) Ajudaram um pouco.
- c) Não ajudaram.

4. Qual analogia você achou mais útil e por quê?

5. Você acha que a relação entre química e sustentabilidade foi bem explicada?

- a) Sim, totalmente.
- b) Parcialmente.
- c) Não, fiquei com dúvidas.

6. O que você ainda acha difícil sobre ligações químicas?

7. Você se sentiu mais motivado(a) a aprender sobre ligações químicas com essa metodologia?

- a) Sim, muito mais.
- b) Um pouco mais.
- c) Não, preferia outro método.

8. A aula mudou sua percepção sobre a importância das ligações químicas?

- a) Sim, agora vejo como são essenciais.
- b) Sim, mas ainda não comprehendo totalmente.
- c) Não, continuo sem ver muita importância.

9. Você indicaria esse método para outras turmas?

- a) Sim, com certeza.
- b) Talvez.
- c) Não.

10. Deixe um comentário sobre sua experiência com essa aula e o uso de analogias.
