



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

JOSÉ EVANDRO RODRIGUES MOTA

ESTEQUIOMETRIA: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL
INVESTIGATIVA NO ENSINO MÉDIO

FORTALEZA

2025

JOSÉ EVANDRO RODRIGUES MOTA

ESTEQUIOMETRIA: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL
INVESTIGATIVA NO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Pablyana Leila Rodrigues da Cunha.

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)

- M871e Mota, José Evandro Rodrigues.
Estequiometria : uma proposta de atividade experimental investigativa no ensino médio / José Evandro Rodrigues Mota. – 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. Pablyana Leila Rodrigues da Cunha.
1. Estequiometria. 2. Atividade Experimental Investigativa. 3. Ensino de Química. 4. Ensino Básico. I. Título.

CDD 540

JOSÉ EVANDRO RODRIGUES MOTA

ESTEQUIOMETRIA: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL
INVESTIGATIVA NO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao Curso de
Licenciatura em Química do Centro de Ciências
da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial à obtenção do grau de
Licenciado em Química.

Aprovada em: 18/07/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Pablyana Leila Rodrigues da Cunha (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Ana Safira Oliveira Benevides
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Ms.^a Aline Teixeira dos Santos
Professora da SEDUC - CE

A Santíssima Trindade.

Aos meus pais, Raimundo e Silvana.

AGRADECIMENTOS

A Prof.^a Dr.^a Pablyana Leila Rodrigues da Cunha, pela excelente orientação e apoio durante toda a construção do trabalho.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof.^a Dr.^a Pablyana Leila Rodrigues da Cunha, Prof.^a Ana Safira Oliveira Benevides e a Prof.^a Ms.^a Aline Teixeira dos Santos pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos alunos que participaram da aplicação, pelo tempo e esforço concedido para a realização de tal projeto.

A escola, juntamente com a Prof.^a Ms.^a Aline Teixeira dos Santos, uma turma para que esse projeto pudesse ser aplicado.

Ao Prof. Ms. Renato Martins Andrade, por ter sido a minha maior fonte de inspiração no período do ensino médio para cursar Química e de ter me tornado o profissional que sou hoje.

A técnica da Central Analítica do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica e minha coorientadora do projeto de Iniciação Científica, Ms.^a Nadia Aline de Oliveira Pitombeira, por todas as sugestões e colaborações fornecidas durante todo o período da construção desse trabalho.

Ao Laboratório de Polímeros do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica e a todos seus integrantes, pelo material fornecido para as práticas laboratoriais executadas nesse trabalho.

A Prof.^a Dr.^a Regina Célia Monteiro de Paula, pela bolsa de Iniciação Científica fornecida durante o curso, do qual fez com que a minha base conceitual fosse bem mais consolidada.

A Prof.^a Dr.^a Selma Elaine Mazzetto e a Prof.^a Dr.^a Nagila Maria Pontes Silva Ricardo por terem ministrado juntas, a disciplina de Prática de Ensino em Química, do qual forneceram um apoio para a construção desse trabalho.

Aos colegas da turma de graduação, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

Aos amigos da Paróquia Sagrado Coração de Jesus do Conjunto Nova Metrôpole – Caucaia-CE, juntamente ao pároco da igreja Rev. Pe. Antônio Augusto Menezes do Vale, por todo apoio emocional e religioso durante toda a caminhada da graduação até a conclusão desse trabalho.

O ensino de estequiometria deve ir além da simples resolução mecânica de cálculos, promovendo a compreensão do conceito de proporção entre substâncias químicas, fundamental para o pensamento científico. (Lorenzetti, L. M.; Del Pino, J. C., 2001, p. 137).

RESUMO

O ensino básico enfrenta muitos desafios, como a precariedade de recursos financeiros e falta de infraestrutura adequada aos estudantes e defasagem na formação acadêmica, tanto do docente, como do discente. Tendo isso em vista, olhando para a grande área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, é perceptível que os estudantes possuem certas dificuldades no processo de aprendizado, em específico na disciplina de Química, devido a alguns fatores além dos mencionados anteriormente, sendo eles: conceitos que são encarados como de difícil compreensão e aulas que não consideram o contexto em que os estudantes estão inseridos. Um dos conteúdos que é mais relatado na literatura como sendo de difícil aprendizagem é o conteúdo de Estequiometria, devido a sua dificuldade, tanto para ensinar de uma forma mais lúdica e prática, como de compreendê-lo devido aos vários conceitos e definições que se deve saber e a sua grande base, a matemática. Uma ferramenta a ser utilizada em sala de aula para amenizar essa problemática seria a abordagem da Atividade Experimental Investigativa (AEI). O presente trabalho tem como objetivo a elaboração de uma proposta para trabalhar dentro do conteúdo de Estequiometria, o assunto de reagente em excesso no ensino médio utilizando como ferramenta pedagógica a AEI a fim de desenvolver algumas habilidades cognitivas nos estudantes. Para isso, foi realizado uma pesquisa de caráter quantitativo-qualitativo, onde foi abordado dentro do tema de Estequiometria o conteúdo de reagente em excesso, através da metodologia de Atividade Experimental Investigativa associada ao método de Estudo de Caso, sendo aplicado com 33 alunos de uma turma de 2º ano do ensino médio da EEMTI Romeu de Castro Menezes localizada na comunidade Nova Metrópole no município de Caucaia-CE. A abordagem e aplicação da metodologia em sala de aula foi realizada de tal modo que tornou possível a discussão de exemplos do cotidiano dos alunos. O tratamento dos dados revelou que 75 % dos grupos conseguiram desenvolver e confirmar com satisfação suas hipóteses acerca da problemática apresentada no caso desenvolvido. Com relação as respostas do Questionário de Percepção, cerca de 82 % avaliaram positivamente. A atividade proposta, ao confirmarem que conseguiram compreender satisfatoriamente o problema apresentado, 64 % concordaram que a atividade os possibilitou a encontrar a solução do problema e em torno de 58 % afirmaram que a AEI facilitou a compreensão dos conceitos de reagente em excesso, atestando assim, o potencial da metodologia abordada.

Palavras-chave: Estequiometria; Atividade Experimental Investigativa; Ensino de Química; Ensino Básico.

ABSTRACT

Basic education faces many challenges, such as scarce financial resources, a lack of adequate infrastructure for students, and a gap in academic training for both teachers and students. Considering this, looking at the broad field of Natural Sciences and their Technologies, it is clear that students experience certain learning difficulties, particularly in Chemistry, due to factors beyond those mentioned above, such as concepts that are considered difficult to understand and classes that fail to consider the context in which students are immersed. One of the subjects most frequently reported in the literature as being difficult to learn is Stoichiometry, due to its difficulty both in teaching in a more playful and practical way and in understanding due to the numerous concepts and definitions required and its fundamental foundation, mathematics. One tool to be used in the classroom to alleviate this problem would be the Investigative Experimental Activity (IEA) approach. This study aims to develop a proposal for addressing the topic of excess reagent within the Stoichiometry curriculum in high school, using the IEI as a pedagogical tool to develop students' cognitive skills. To this end, a quantitative-qualitative study was conducted addressing the topic of excess reagent within the Stoichiometry curriculum. The study used the Investigative Experimental Activity methodology combined with the Case Study method. The study was applied to 33 second-year high school students from the Romeu de Castro Menezes State High School (EEMTI) located in the Nova Metr pole community in the municipality of Caucaia, Ceará. The methodology was applied in the classroom in such a way as to allow for discussion of examples from the students' daily lives. Data analysis revealed that 75% of the groups were able to develop and confirm their hypotheses regarding the problem presented in the case study. Regarding the responses to the Perception Questionnaire, approximately 82% gave a positive evaluation. The proposed activity, when confirming that they were able to satisfactorily understand the problem presented, 64% agreed that the activity enabled them to find the solution to the problem and around 58% stated that the AEI facilitated the understanding of the concepts of excess reagent, thus attesting to the potential of the methodology addressed.

Keywords: Stoichiometry; investigative experimental activity; chemistry teaching; basic education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Mapa mental abordando as áreas de estudo da estequiometria	17
Figura 02 – Estudo de Caso: O Peixe-Baiacu de Vinagre e Bicarbonato	29
Figura 03 – Página do roteiro da Atividade Investigativa que contém as informações importantes	30
Figura 04 – Página do roteiro da Atividade Investigativa que contém o pré-laboratório	31
Figura 05 – Página do roteiro da Atividade Investigativa que contém o momento da prática	32
Figura 06 – Página do roteiro da Atividade Investigativa que contém o pós-laboratório	32
Figura 07 – Fluxograma da intervenção didática referente a aplicação da metodologia	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Pontuações da segunda questão do pós-laboratório	39
Gráfico 2	– Pontuações da primeira questão da tabela de rubricas.	42
Gráfico 3	– Pontuações para a segunda questão da tabela de rubricas	44
Gráfico 4	– Pontuações para a terceira questão da tabela de rubricas	45
Gráfico 5	– 1ª afirmativa do Questionário de Percepção: “ <i>Consegui compreender o problema de Catarina no Estudo de Caso estudado</i> ”	47
Gráfico 6	– 2ª afirmativa do Questionário de Percepção: “ <i>Consegui formular hipóteses adequadas para o problema apresentado</i> ”	48
Gráfico 7	– 3ª afirmativa do Questionário de Percepção: “ <i>Senti-me motivado em investigar o que me foi proposto para resolver o problema do Estudo de Caso</i> ”	49
Gráfico 8	– 4ª afirmativa do Questionário de Percepção: “ <i>A Atividade Experimental me ajudou na solução do problema do Estudo de Caso</i> ”	50
Gráfico 9	– 5ª afirmativa do Questionário de Percepção: “ <i>A atividade me ajudou a compreender melhor os conceitos de reagente limitante e reagente em excesso</i> ”	51
Gráfico 10	– Pontos fortes da pergunta subjetiva: “ <i>Fale dos pontos fracos e pontos fortes da atividade realizada</i> ”	52
Gráfico 11	– Pontos fracos da pergunta subjetiva: “ <i>Fale dos pontos fracos e pontos fortes da atividade realizada</i> ”	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Definições das competências gerais da Educação Básica descritas pela BNCC	19
Tabela 2 – Descrições das habilidades da competência específica 1 da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, juntamente com seus códigos alfanuméricos	21
Tabela 3 – Categorização do conhecimento dos alunos sobre a importância das proporções	38
Tabela 4 – Rubrica de contemplação dos ideais pressupostos a uma Atividade Investigativa	38
Tabela 5 – Categorização do conhecimento dos alunos acerca da pergunta “ <i>Com base nas observações apresentadas e discutidas nas perguntas anteriores, qual é o sal que resta ao final do experimento</i> ”	40
Tabela 6 – Rubrica de contemplação dos ideais pressupostos ao Estudo de Caso	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABP	Aprendizagem Baseada em Projetos
AEI	Avaliação Experimental Investigativa
ATD	Análise Textual Discursiva
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EEMTI	Escola de Ensino Médio de Tempo Integral
EC	Estudo de Caso
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MA	Metodologias Ativas
MEC	Ministério da Educação
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
ONU	Organização das Nações Unidas
PCN	Plano Curricular Nacional
PNE	Plano Nacional de Educação
UFC	Universidade Federal do Ceará

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
§	Seção
NaHCO_3	Bicarbonato de sódio
CH_3COOH	Ácido acético
H_2CO_3	Ácido carbônico
CH_3COONa	Acetato de sódio
CO_2	Dióxido de carbono
H_2O	Água

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	O desafio do ensino de Química no Ensino Médio	14
1.2	O ensino de Estequiometria	15
1.3	Habilidades e competências da BNCC	18
1.4	Uso da Atividade Experimental Investigativa no ensino de Química	22
1.5	Uso do Estudo de Caso no ensino de Química	23
2	OBJETIVOS	25
2.1	Objetivo Geral	25
2.2	Objetivos Específicos	25
3	METODOLOGIA	26
3.1	Escolha do tema	26
3.2	Intervenção didática	27
3.2.1	<i>Aula expositiva</i>	<i>27</i>
3.2.2	<i>Construção do caso e do Roteiro da Atividade Investigativa</i>	<i>27</i>
3.3	Análise da Atividade Experimental Investigativa (AEI)	33
3.4	Levantamento de dados	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1	Atividade Experimental Investigativa (AEI)	37
4.1.1	<i>Atividade Experimental Investigativa na visão dos alunos</i>	<i>37</i>
4.2	Análise da resolução do Estudo de Caso	41
4.2.1	<i>Análise das respostas obtidas dos alunos</i>	<i>41</i>
4.3	Análise do Questionário de Percepção da metodologia	46
5	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS	58
	APÊNDICE A – PLANO DE AULA DA 1ª AULA	62
	APÊNDICE B – SLIDE DA AULA EXPOSITIVA	63
	APÊNDICE C – PLANO DE AULA DA 2ª AULA	65
	APÊNDICE D – ESTUDO DE CASO: O PEIXE-BAIACU DE VINAGRE E BICARBONATO	66
	APÊNDICE E – ROTEIRO DA ATIVIDADE INVESTIGATIVA	67
	APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DE ATIVIDADE ...	75

1 INTRODUÇÃO

1.1 Os desafios do ensino de Química no Ensino Médio

De acordo com Silva (2019), mais da metade dos estudantes do ensino médio, atualmente, enfrentam grandes dificuldades na aprendizagem da disciplina de Química, pertencente a grande área das Ciências da Natureza. Essas problemáticas vão desde os conceitos que são encarados como de difícil compreensão a aulas que não consideram o contexto em que os estudantes estão inseridos.

Uma das interpretações para essa realidade seria o reflexo de aulas monótonas com características da educação positivista tradicional comumente conhecida e utilizada desde o fim do século XIX onde, o pensador que a desenvolveu, Auguste Comte, afirma que o conhecimento científico é a única fonte de conhecimento válido existente. Segundo Gadotti (2003, p. 113),

O positivismo, cuja doutrina visava à substituição da manipulação mítica e mágica do real pela visão científica, acabou estabelecendo uma nova fé, a fé na ciência, que subordinou a imaginação científica à pura observação empírica. Seu lema sempre foi “ordem e progresso”. Acreditou que para progredir é preciso ordem e que a pior ordem é sempre melhor do que qualquer desordem. Portanto, o positivismo tornou-se uma ideologia da ordem, da resignação e, contraditoriamente, da estagnação social.

Ainda no século XXI, as características desse pensamento pedagógico se encontram nas salas de aula das escolas onde o docente é o transmissor de conhecimento, o centro, e o aluno é apenas um receptor que irá receber as informações, no caso da Química, decorar fórmulas matemáticas e nomenclaturas, sem qualquer desenvolvimento de uma relação entre professor-aluno no processo de ensino/aprendizagem que faça com que o estudante tenha um momento de protagonismo.

Fernandes e Bizerra (2022) afirmam que, o ensino de Química é fundamentado na produção do conhecimento científico, com o intuito de promover nos estudantes a compreensão e apropriação do modo que a ciência se expressa em fenômenos e em situações cotidianas. Uma aprendizagem de Química baseada somente na explicação dos conteúdos sem envolver o cotidiano do aluno ou os fenômenos que o circundam, não é eficiente e tende a muitas falhas durante o próprio processo de ensino/aprendizagem.

Passando a olhar para as aulas experimentais da disciplina de Química realizadas no ensino médio, Monteiro, Rodrigues e Santin (2017) comentam que essas aulas, muitas vezes, são concebidas pelo professor como tentativa de comprovar teorias ou motivar os alunos à aprendizagem. Contudo, muitos dos experimentos realizados nesses momentos, nem sempre

conseguem ser claros na sua execução, aplicação e, ainda mais, no entendimento do próprio fenômeno a ser exemplificado, sendo apenas um momento de demonstração de algo que o roteiro de prática propõe e que o aluno siga cada passo como é descrito no mesmo, tal como uma *receita de bolo*, sem qualquer questionamento, onde somente o docente consegue entender o que realmente está acontecendo.

Suart (2014, p. 72) também comenta acerca dessa ideia onde,

[...] essas atividades experimentais são, geralmente, realizadas de forma isolada do contexto de ensino, utilizadas após o desenvolvimento de determinado conteúdo em sala de aula, a fim de que o aluno verifique ou comprove o que foi discutido. Desta forma, pouca ou nenhuma discussão sobre os dados e resultados obtidos, bem como suas implicações, são realizadas.

Essa realidade das aulas experimentais serem apenas um processo de seguir o roteiro de práticas de uma maneira linear, da mesma forma que uma *receita de bolo*, vem muitas vezes de uma ideia reducionista dos próprios professores. Neste sentido, Malheiro (2016) retrata que é fundamental o professor refletir sobre o papel da experimentação nas aulas de Química, buscando explorar os conceitos pedagógicos que fundamentam o trabalho experimental investigativo.

1.2 O ensino de Estequiometria

No início do século XVIII o conhecimento científico foi ganhando destaque oriundo da alquimia. Nesse período, Georg Ernst Stahl (1659 – 1734), que era um dos alquimistas destacados pelo desenvolvimento de estudos dos processos metalúrgicos de combustão, oxidação e redução, desenvolveu a Teoria do Flogisto (do grego *plogyston*, significando “passado pela chama” ou “queimado”) com o intuito de explicar o processo de combustão. A teoria dizia que quando uma substância era queimada, a mesma perdia o flogisto, um material invisível (Silva; Oliveira; Faria, 2011).

Em 1774, o filósofo natural e teólogo Joseph Priestley (1733 – 1804), devoto da teoria do flogisto, realizou a descoberta do oxigênio aquecendo óxido de mercúrio, e recolhendo o gás em um sistema pneumático de Hale. Esse gás foi denominado mais a frente por Priestley como *ar deflogistado*.

A estequiometria passa a surgir ainda no mesmo século como uma contraposição a teoria do flogisto. O Químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1743 – 1794) firmemente estabeleceu a Teoria da Combustão como a reação dos corpos com o “ar deflogistado” de Priestley, que foi renomeado por ele posteriormente como oxigênio (Silva; Oliveira; Faria,

2011). Com um aprofundamento em seus estudos, ele percebeu que, durante os processos reacionais, as massas dos reagentes e dos produtos permaneciam iguais, elas se conservavam (Mortimer *et al*, 2020).

Com essa ideia de massa constante pré-estabelecida, Lavoisier deu origem ao que hoje é conhecida como a *Lei de Conservação das Massas*. Tendo como base essa lei, ele conseguiu comprovar a existência de outros elementos durante os processos estudados, sendo o gás oxigênio como componente fundamental para a queima durante uma reação (sem oxigênio, não ocorre a combustão) e para a formação dos óxidos durante o processo de calcinação (Mortimer *et al*, 2020).

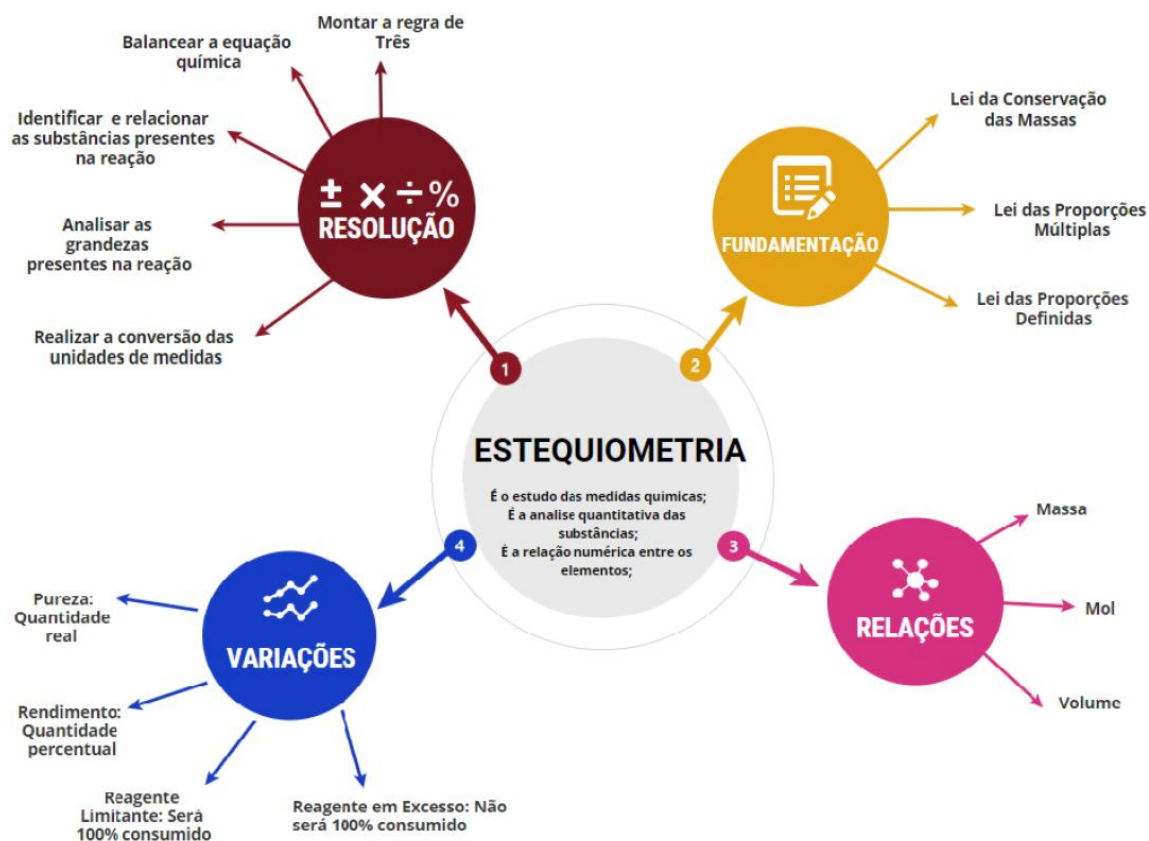
Com essa lei já estabelecida por Lavoisier foi possível, a partir dela, a descoberta de vários outros elementos e substâncias que antes não era possível determinar, isolar ou até mesmo quantificar e a visualização de como esses compostos interagiam entre si baseado em suas proporções. Partindo dessas ideias, teve-se a origem da Estequiometria (Mortimer *et al*, 2020).

Feltre (2004, p. 337) define a Estequiometria (do grego: *stoikheion*, elemento; *metron*, medição) como sendo, “[...] o cálculo das quantidades de reagentes e/ou produtos das reações químicas feito com base nas leis das reações e executado, em geral, com o auxílio das equações químicas correspondentes”.

Araújo (2021) também define a estequiometria como sendo “[...] o estudo das relações químicas baseadas nas Leis Ponderais que englobam a Lei da Conservação das Massas enunciada por Lavoisier, a Lei das Proporções Constantes proposta por Proust e pela Lei Volumétrica deduzida por Gay-Lussac”. No geral, o cálculo estequiométrico tem por finalidade de informar a quantidade de substâncias necessárias envolvidas no processo reacional, tanto nos reagentes, quanto nos produtos.

A Figura 01 abaixo demonstra um mapa mental desenvolvido por Araújo (2021) onde o tema geral *Estequiometria* é destrinchado em vários subtópicos que podem ser estudados e aplicados quando se trata de cálculos estequiométricos de uma forma mais funcional.

Figura 01 – Mapa mental abordando as áreas de estudo da estequiometria.



Fonte: Araújo (2021, p. 21).

O tópico de estequiometria abordado no ensino médio possui vários subtópicos: o estudo da pureza dos reagentes, as relações de massa, volume, constante de Avogadro e número de mols, como o estudo dos reagentes em excesso e reagentes limitantes. Foi escolhido um subtópico para ser aplicado nesse trabalho, sendo ele, o estudo dos reagentes em excesso, devido a sua grande aplicação no cotidiano.

Atualmente, no ensino médio ainda se encontra relatos de vários problemas a respeito das dificuldades que o conteúdo de estequiometria traz para a sala de aula, tanto para ensinar de uma forma mais abrangente e prático, como de aprendê-lo devido aos vários conceitos e definições que se deve saber antes de chegar até ele. Santos e Silva (2013) realizaram uma revisão de cerca de 1200 artigos de periódicos, eventos nacionais e internacionais reportados na literatura sobre as principais dificuldades enfrentadas acerca do aprendizado de estequiometria e, ao término do levantamento, comprovaram que realmente há algumas dificuldades relacionadas ao assunto onde,

[...] muitos pesquisadores se dedicam a compreender as razões pelas quais eles cometem equívocos ao verbalizar e aplicar conceitos em estequiometria. Entre as causas encontram-se a dificuldade de abstração e transição entre os níveis de representação da matéria; a grandeza da Constante de Avogadro; a confusão entre mol/quantidade de matéria/Constante de Avogadro/massa molar e as dificuldades no manejo de técnicas matemáticas. Observamos que estas se repetem independentemente da faixa etária e da região geográfica (Santos e Silva, 2014).

Verone e Piazza (2007 *apud* Santos e Silva, 2014), em suas pesquisas, observaram que os alunos brasileiros, ao balancear as equações reacionais, conseguiam identificar a quantidade de átomos de um elemento nas próprias fórmulas químicas.

Porém, os mesmos não compreendiam o significado dessas fórmulas, demonstrando que eles apresentavam dificuldades para interpretar em um nível microscópico o que era abordado, também carregavam algumas confusões nos cálculos matemáticos, como a parte das proporções e no momento de resolver os problemas envolvendo, principalmente, as leis ponderais que eram bastante nítidos.

1.3 Habilidades e competências da BNCC

De acordo com o Ministério da Educação (Brasil, 2018) a Base Nacional Comum Curricular, ou BNCC, é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de *aprendizagens essenciais* que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Ela passa por uma atualização a cada 10 anos, sendo a última de 2014 - 2024 e a que entrará em regência nesse período, de 2024 - 2034. A mesma vem como uma forma de garantir que os direitos de aprendizagem e desenvolvimento do estudante sejam alcançados, em concordância no que é estabelecido pelo Plano Nacional de Educação (PNE).

Esse documento abrange somente o ensino básico (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio), que vai do ensino infantil ao médio e é aplicado exclusivamente à educação escolar, como é definido pelo § 1º do Artigo 1º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996) (Brasil, 1996). Ele é orientado fortemente pelos princípios estéticos, éticos e políticos onde buscam uma formação humana integral e à construção de uma sociedade mais justa, democrática e inclusiva.

Em todas as séries do ensino básico, existem algumas aprendizagens essenciais trabalhadas em cada período, definidas pela própria BNCC, que devem assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez *competências gerais* onde, resumidamente, no âmbito pedagógico,

procura os direitos de aprendizagem e desenvolvimento em todas as áreas de conhecimento, sendo elas: Ciências da Natureza, Ciências Humanas, Linguagens e Matemática.

Na BNCC, **competência** é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (Brasil, 2018).

Baseado nessas competências gerais que a BNCC procura trabalhar no ensino básico, onde indica que todas as decisões pedagógicas abordadas obrigatoriamente devem estar orientadas para o desenvolvimento dessas competências, na Tabela 01 a seguir traz as definições de cada uma delas.

Tabela 01 – Definições das competências gerais da Educação Básica descritas pela BNCC.

Competências Gerais da Educação Básica	
Competência	Descrição
1	Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
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 criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3	Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4	Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5	Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
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 exercício da

Competências Gerais da Educação Básica	
Competência	Descrição
	cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
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, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8	Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9	Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10	Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018).

Quando a BNCC define essas competências gerais, a mesma passa a reconhecer que “a educação deve afirmar valores e estimular ações que contribuam para a transformação da sociedade, tornando-a mais humana, socialmente justa e, também, voltada para a preservação da natureza” (Brasil, 2013).

Ela ainda se mostra alinhada as propostas presentes na *Agenda 2030* da Organização das Nações Unidas (ONU) que vem com 17 objetivos de desenvolvimento sustentável como forma de apelo global, sendo alguns deles: educação de qualidade, cidades e comunidades sustentáveis, vida na água e vida terrestre.

Com relação as competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (onde se encontra a disciplina de Química) para o ensino médio, elas são em apenas três, onde cada uma possui uma quantidade de habilidades específicas a serem desenvolvidas com os alunos em sala de aula.

Segundo Brasil (2018) sobre a definição das competências específicas e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, “[...] foram privilegiados conhecimentos

conceituais considerando a continuidade à proposta do Ensino Fundamental, sua relevância no ensino de Física, Química e Biologia e sua adequação ao Ensino Médio”.

Sendo assim, na Tabela 02 é demonstrado todas as 7 habilidades específicas pertencentes a *competência específica 1* para essa área de ciências da natureza. Essa competência específica foi escolhida para ser abordada, pois segundo Brasil (2018) ela tem por objetivo,

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Tabela 02 – Descrições das habilidades da *competência específica 1* da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, juntamente com seus códigos alfanuméricos.

Competência Específica 1	
Cód. Hab.	Descrição da Habilidade
EM13CNT101	Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
EM13CNT102	Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.
EM13CNT103	Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.
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.
EM13CNT105	Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

Competência Específica 1	
Cód. Hab.	Descrição da Habilidade
EM13CNT106	Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.
EM13CNT107	Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos - com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais -, para propor ações que visem a sustentabilidade.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018)

A habilidade específica escolhida para essa pesquisa foi a EM13CNT101, onde ela tem por objetivo, segundo Brasil (2018),

Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

Essa habilidade vem com a proposta de trabalhar com os estudantes as transformações e conservações envolvendo quantidade de matéria, de energia e de movimento para abordar no cotidiano e em processos que priorizem o desenvolvimento sustentável.

O motivo que levou a escolha dessa habilidade foram os aspectos nela destacados que entram em concordância com os objetivos a serem trabalhados nesse projeto, sendo nesse caso, a abordagem do assunto de Estequiometria com ênfase no tópico de reagentes em excesso aplicado ao cotidiano dos estudantes.

1.4 Uso da Atividade Experimental Investigativa no ensino de Química

As aulas tradicionais de Química trazem muitas repercussões que perpetuam desde o século passado acerca de suas abordagens bastante monótonas, onde somente o professor é quem possui poder de fala e os alunos apenas o escutam e tomam anotações que variam dentre fórmulas, conceitos e estruturas moleculares sem ao menos entender o real significado daquilo

que ele está ouvindo ser falado. Nas aulas experimentais onde, o aluno deveria ter um contato maior com os conceitos químicos, ele apenas segue um roteiro pré-disponibilizado pelo professor onde ele apenas irá seguir os passos nele descritos, tal como uma *receita de bolo*.

No intuito de contornar essa problemática, vem-se utilizando de algumas metodologias como a atividade experimental investigativa (AEI) que, segundo Galvão e Gibin (2018), “pode ser considerada como uma contraposição à abordagem da experimentação tradicional, que consiste basicamente na apresentação de um roteiro definido pelo professor.” Ainda segundo os mesmos autores, onde comentam sobre a abordagem tradicional “[...] os procedimentos são detalhados para a realização do experimento, e os estudantes muitas vezes não raciocinam sobre os conceitos envolvidos e não compreendem o motivo da realização de tais procedimentos”.

Suart e Marcondes (2008, p. 25) traz uma definição mais rebuscada e detalhada acerca da AEI sendo:

[...] Aquelas atividades nas quais os alunos não são meros espectadores e receptores de conceitos, teorias e soluções prontas. Pelo contrário, os alunos participam da resolução de um problema proposto pelo professor ou por eles mesmos; elaboram hipóteses; coletam dados e os analisam; elaboram conclusões e comunicam os seus resultados com os colegas. O professor se torna um questionador, conduzindo perguntas e propondo desafios aos alunos para que estes possam levantar suas próprias hipóteses e propor possíveis soluções para o problema.

A elaboração e a realização de testes de hipóteses e a proposição de procedimentos experimentais são aspectos centrais na realização de uma atividade experimental investigativa (Galvão e Gibin, 2018). A utilização dessa abordagem experimental investigativa também é discutida por alguns autores, como Suart e Marcondes (2008) e Hofstein e Lunetta (2003) sendo uma metodologia ativa capaz de desenvolver no aluno certas habilidades, como o planejamento de investigações, coleta de informações através dos experimentos, interpretação e análises dos dados obtidos, além de um momento de demonstração e exposição dos resultados para os colegas da turma, evidenciando a importância de sua aplicação em sala de aula.

1.5 Uso do Estudo de Caso no ensino de Química

O Estudo de Caso, segundo Brito, Silva e Razera (2020), tem a capacidade de aproximar o aluno de problemas reais, assim fortalecendo o processo de aprendizagem dos conhecimentos científicos, o desenvolvimento do poder de argumentação e até a habilidade de resolução de problemas. Os casos consistem em pequenas narrativas baseadas em eventos reais

ou fictícios que poderiam perfeitamente ser reais, o que favorece o engajamento dos estudantes nos problemas abordados (Sá e Queiroz, 2010; Spricigo, 2014).

Um bom Estudo de Caso, deve ser pautado em cima de alguns ideais que foram construídos tendo como base os ideais de Herreid (1998). Ele comenta que o para se construir um bom EC, o mesmo deve seguir alguns requisitos, sendo eles: narrar uma história; despertar o interesse pela questão; o assunto a ser abordado deve ser recente, cerca de cinco anos; deve criar empatia com os personagens centrais; deve incluir diálogos; ser relevante ao leitor; ter bastante utilidade pedagógica; provocar um conflito; forçar uma decisão; ter generalizações e ser é curto.

Lustosa (2024) faz uma afirmação no que diz respeito a alguns dos objetivos do Estudo de Caso, onde: “[...] não apenas promove o desenvolvimento do pensamento crítico, mas também estimula a participação ativa dos alunos.” Ainda segundo o mesmo autor, ele comenta sobre os impactos da abordagem pedagógica do Estudo de Caso, que: “[...] permite que os estudantes não apenas absorvam conhecimento, mas também o apliquem em contextos práticos, fortalecendo habilidades fundamentais como análise, tomada de decisões e resolução de problemas”.

Sendo assim, o presente projeto dispõe de uma proposta de aprendizagem para contornar essa problemática do ensino de Química sobre o conhecimento de Estequiometria, em específico, de reagente em excesso, utilizando da Atividade Experimental Investigativa, associada ao Estudo de Caso, como uma estratégia metodológica que possui como objetivo, desenvolver e trabalhar determinadas habilidades cognitivas e competências descritas pela BNCC como sendo essenciais para o desenvolvimento lógico do estudante.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Investigar o potencial do uso de Atividade Experimental Investigativa (AEI) associada com Estudo de Caso (EC), como estratégia didática no ensino de estequiometria, com foco na compreensão dos conceitos de reagente em excesso e reagente limitante.

2.2 Objetivos Específicos

- Abordar o conteúdo de reagente em excesso e reagente limitante, dentro da estequiometria, utilizando a Atividade Experimental Investigativa (AEI) com aplicação no cotidiano;
- Construir um Estudo de Caso (EC) e, juntamente a ele, propor uma situação-problema do qual possibilite os alunos a trabalharem uma atividade experimental para solucioná-la;
- Avaliar o desenvolvimento das habilidades cognitivas nos alunos através de uma análise qualitativa utilizando a metodologia AEI;
- Aplicar um questionário de percepção com os alunos sobre suas experiências com a metodologia AEI e EC abordando as potencialidades e fragilidades da mesma.

3 METODOLOGIA

Esse trabalho teve como proposta uma metodologia de caráter quantitativo-qualitativo, onde foi abordado dentro do tema de Estequiometria, o conteúdo de reagente em excesso e reagente limitante, através da metodologia de Atividade Experimental Investigativa, sendo aplicado com 33 alunos de uma turma de 2º ano do ensino médio da Escola de Ensino Médio de Tempo Integral (EEMTI) Romeu de Castro Menezes localizada na comunidade Nova Metrópole no município de Caucaia-CE.

Parte das aulas foram abordadas dentro do próprio laboratório de ciências da escola onde os alunos possuem uma ótima vivência e experiência como: conhecimento sobre as vidrarias de laboratório e seus tipos, contato com diversos reagentes e experimentos diversos. Isso devido as eletivas fornecidas pela própria instituição de ensino, sendo elas atividades extracurriculares.

3.1 Escolha do tema

A Estequiometria é um conteúdo abordado na matriz curricular do segundo ano do ensino médio, o qual foi escolhido para ser trabalhado com a metodologia da Atividade Experimental Investigativa (AEI).

O livro didático que foi utilizado para a preparação das aulas expositivas foi o adotado pela própria professora da escola (Química: Ensino Médio / Martha Reis, Volume 2, editora Ática, 2016) do qual também foi utilizado como base para a construção dos planos de aula e nos roteiros das atividades que foram realizadas em sala de aula e no laboratório.

No livro referenciado, o capítulo 3, onde aborda o conteúdo de *Cálculo Estequiométrico* é dividido em quatro subtítulos:

- a) cálculos teóricos;
- b) reagentes em excesso;
- c) rendimento;
- d) pureza de reagentes.

Na construção do material didático para a aplicação da metodologia proposta, somente foi abordado o conteúdo de *reagentes em excesso* devido ao tempo e a quantidade de aulas fornecidas pela professora da disciplina.

3.2 Intervenção didática

3.2.1 Aula expositiva

O período das aulas que iria ser trabalhado esse conteúdo, de acordo com o plano de aula da professora, seria na metade do segundo semestre letivo. A construção do material teve como maior referência o próprio livro didático utilizado na escola, com isso, foi elaborado o plano de aula (APÊNDICE A) para a aplicação da aula expositiva, sendo realizada em duas aulas de cinquenta minutos cada.

Como material didático para a aplicação dessas aulas, foi elaborado uma apresentação em formato de slide (APÊNDICE B), desenvolvida no software “Canva” no intuito de trazer figuras mais estruturadas para melhorar a elucidação e visualização do conteúdo.

No primeiro momento, após a demonstração do sumário da aula, foi retratado um exemplo de uma receita de Brownie com o intuito de gerar um momento de debate com os alunos fazendo uma analogia sobre as proporções e sua importância. Foi comentado durante a explicação que, no caso da receita do Brownie, se as proporções estabelecidas não forem respeitadas, ele pode sair diferente do esperado. O mesmo acontece em uma reação química, se as proporções estequiométricas não forem totalmente estabelecidas, ocorrerá uma diferença no processo reacional que pode gerar ao final, reagente em excesso no meio.

Após esse momento, foi realizada a revisão sobre a quantidade de matéria, constante de Avogadro, massa e volume. Foram retratados exemplos em cada uma dessas situações para que o aluno compreendesse mais o conteúdo da revisão. O exemplo abordado foi da combustão completa do etanol, trazendo para o cotidiano dos estudantes, esse processo está relacionado com a queima do etanol como combustível dos automóveis.

Terminado o momento da revisão, foi iniciado imediatamente no assunto de reagentes em excesso. Foram apresentados, aos alunos, os conceitos e definições acerca dos reagentes em excesso para que eles pudessem compreender o que seria esse reagente em excesso e como identificá-lo em um processo reacional. Também fora abordado o mesmo exemplo já discutido sobre a combustão completa do etanol.

3.2.2 Construção do caso e do Roteiro da Atividade Investigativa

Primeiramente, foi construído um plano de aula para essa etapa (APÊNDICE C). Em seguida, um Estudo de Caso foi construído baseado nas ideias de Herreid (1998) sobre a construção do estudo de caso, onde:

- Um bom caso narra uma história;
- Um bom caso desperta o interesse pela questão;
- Um bom caso deve ser recente, cerca de cinco anos;
- Um bom caso cria empatia com os personagens centrais;
- Um bom caso inclui diálogos;
- Um bom caso é relevante ao leitor;
- Um bom caso tem bastante utilidade pedagógica;
- Um bom caso provoca um conflito;
- Um bom caso força uma decisão;
- Um bom caso tem generalizações;
- Um bom caso é curto.

Nesse sentido, o caso criado retrata da história de Catarina (APÊNDICE D), do qual ela é uma estudante do 1º ano do ensino médio e, após ir para casa depois de uma aula sobre reagentes em excesso, acabou vendo um vídeo bastante interessante quando navegava pelas redes sociais. Esse vídeo demonstra uma experiência com Vinagre e Bicarbonato de Sódio dentro de uma bexiga caracterizada como um peixe-baiacu. Ela tentou replicar em casa, porém, algo saiu diferente do que se tinha visto. Ao abrir o balão, havia uma quantidade de sal dentro, diferente do vídeo em questão.

Tendo isso em vista, a situação-problema do caso seria os amigos de Catarina tentando ajudá-la a entender o porquê a reação reproduzida em casa apresentou um sal dentro do balão, diferentemente do que foi observado no vídeo. O material do Estudo de Caso pode ser demonstrado na Figura 02.

Figura 02 – Estudo de Caso: O Peixe-Baiacu de Vinagre e Bicarbonato



Fonte: próprio autor.

O Roteiro da Atividade Experimental Investigativa (APÊNDICE E) foi desenvolvido a partir das teorias e princípios destacados por Souza (2013) e Zompero e Laburú (2011) do qual retratam uma boa atividade experimental e investigativa, onde as atividades práticas realizadas durante as aulas de Química devem proporcionar aos alunos a oportunidade de desenvolver a capacidade de reflexão sobre fundamentos físicos, integrando o conhecimento pré-existente com a aquisição de novos saberes.

Sendo assim, essas atividades foram estruturadas, a fim de apresentar aos estudantes determinadas situações problemáticas, das quais eles utilizaram de dados empíricos, conhecimentos teóricos (sendo previamente abordado em sala de aula) e de sua criatividade para formular suas próprias hipóteses, argumentos e explicações.

O roteiro inicia-se abordando algumas informações importantes sobre a estequiometria e da reação apresentada. Apresentando as informações do Vinagre e do Bicarbonato de Sódio como a massa molar de cada um e a reação química de quando ambos são postos para reagir, suas aplicações no cotidiano. Esse momento tem bastante relevância, pois tem a proposta de fazer com que os alunos passem a ter um embasamento teórico e que estabeleçam um conhecimento prévio para as situações-problema presentes na atividade. Essa etapa é mais bem desenvolvida na Figura 03.

Figura 03 – Página do roteiro da Atividade Investigativa que contém as informações importantes.

INFORMAÇÕES IMPORTANTES

Como vimos no caso vivenciado por Catarina, depois de reproduzir o experimento em casa, ela se deparou com um problema relacionado à presença de um sal, cuja origem desconhecia, dentro do balaço. Seus amigos, na tentativa de ajudá-la, pediram para que ela fosse procurar a equação química que descreve essa reação para tentar entender o que de fato acontece.

Para entender melhor o que aconteceu, devemos relembrar de algumas informações e conceitos. Devemos lembrar que, na Estequiometria, quando uma reação se processa por completo, a massa dos produtos gerada é igual à massa dos reagentes utilizada. Todavia, nos casos em que essas proporções não sejam devidamente respeitadas, deve haver a presença de reagente limitante e de reagente em excesso.

Olhando agora para os componentes da reação do caso lido, temos o Bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e o Vinagre, que normalmente apresenta uma porcentagem de 4,0 % de Ácido acético (CH_3COOH).

O Bicarbonato de Sódio e o Ácido presente no Vinagre, quando misturados, acabam formando água e ácido carbônico como produtos. Esse ácido carbônico vai se dissociar em água, liberando gás carbônico (CO_2), também conhecido como Dióxido de carbono. As equações químicas abaixo descrevem melhor esse processo.

$$\text{NaHCO}_{3(s)} + \text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_{3(aq)} + \text{CH}_3\text{COONa}_{(aq)}$$

$$\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$$

O Bicarbonato de Sódio e o Vinagre que foram usados no caso, são produtos comerciais bastante comuns. O Bicarbonato de Sódio pode ser comprado em farmácia e está presente na composição de produtos de higiene pessoal, como por exemplo, em pasta de dente. Já o Vinagre é utilizado na alimentação, por exemplo, para temperar a salada.

3

Fonte: próprio autor.

Logo após, foi realizada uma atividade simulando um pré-laboratório para eles responderem as perguntas que estavam relacionadas com a leitura do texto de introdução que eles vieram a realizar previamente. Essa etapa se faz necessária para que as equipes organizem suas informações adquiridas durante o processo e que consigam perceber quais assuntos serão fundamentados para a realização do pós-laboratório e compreender quais hipóteses estavam alinhadas com os resultados obtidos.

Nesse momento, foi pedido para que cada uma das equipes, fossem capazes de elaborar duas hipóteses sobre o que teria acontecido com o peixinho de Catarina para que tenha restado ao final da reação, um sólido de coloração branca, como é demonstrado na Figura 04.

Figura 04 – Página do roteiro da Atividade Investigativa que contém o pré-laboratório.

PRÉ-LABORATÓRIO

Antes de começarmos o experimento, devemos responder algumas perguntas.

01) O que você espera observar ao misturar o Bicarbonato de Sódio com Vinagre? Explique sua resposta.

02) Qual é o gás liberado na reação do Bicarbonato de Sódio com Vinagre?

03) Por que é importante manter a proporção correta das quantidades dos reagentes em sua reação? O que pode acontecer se houver excesso de um deles?

AGORA, VAMOS PENSAR!!

Com base nos conhecimentos adquiridos, formulem **DUAS HIPÓTESES** do que aconteceu com o peixinho de bala da Catarina.

4

Fonte: Próprio autor.

A etapa seguinte foi a experimental, sendo realizada no laboratório de ciências da escola, onde foram divididos em 4 grupos dentre 4 a 5 alunos, do qual, todos foram instigados a realizar os procedimentos apresentados e discutidos previamente no roteiro da Atividade Investigativa, a medida em que eles fossem vendo algo da reação, tomassem notas e, posteriormente, respondessem o que foi pedido na tabela da página seguinte, como o resultado do número de mols de Bicarbonato de Sódio e quem seria o reagente em excesso de cada frasco, como demonstra a Figura 05.

Figura 05 – Página do roteiro da Atividade Investigativa que contém o momento da prática.

MOMENTO DA PRÁTICA

Agora que vocês já estão por dentro do caso de Catarina e já construíram suas hipóteses para tentar explicar o problema, vamos fazer a mesma reação de uma forma diferente.

MATERIAIS UTILIZADOS

- 2 Frascos de vidro de 1 Litro;
- 2 balões de látex;
- Bicarbonato de Sódio;
- Vinagre (solução de Ácido Acético 4,0 %).

PARTE EXPERIMENTAL

Em sua frente, há dois recipientes contendo um volume definido de Vinagre, ambos com concentração de Ácido Acético conhecida. No balão, há uma massa de Bicarbonato de Sódio conhecida.

Despeje ao mesmo tempo, nos dois frascos, o Bicarbonato de Sódio que se encontra dentro do balão, no frasco contendo o Vinagre. Observe atentamente o que irá acontecer.

Reserve o espaço abaixo para escrever suas observações sobre o que aconteceu com o frasco 1 e 2.



Bicarbonato de Sódio

Vinagre

Lego abaixo temos uma tabela onde contém o volume de Vinagre usado e a massa de Bicarbonato de Sódio que estava no balão. Calculem o número de mols de Bicarbonato de Sódio de cada balão (considere a massa molar do Bicarbonato de Sódio sendo 84 g mol⁻¹). Compare com a quantidade de mols de Ácido Acético e determine qual é o reagente em excesso em cada frasco.

Frasco	Massa de Bicarbonato de Sódio (g)	Número de mols de Bicarbonato de Sódio (mol)	Volume de Vinagre (4,0 %) (mL)	Número de mols de Ácido Acético (mol)	Reagente em excesso
1	3,0		40,0	0,020	
2	3,0		70,0	0,035	

Utilize esse espaço como rascunho.

Fonte: próprio autor

Após a finalização da etapa experimental, os alunos tiveram que responder ao pós-laboratório, que foi utilizado como base para os argumentos de suas hipóteses construídas antes e durante os experimentos e criar um texto como se eles estivessem explicando o problema observado por Catarina, como demonstra a Figura 06.

Figura 06 - Página do roteiro da Atividade Investigativa que contém o pós-laboratório.

PÓS-LABORATÓRIO

Após o término do experimento, discutam entre os integrantes da equipe para responder as perguntas descritas logo abaixo.

01) No momento em que a reação ocorreu, foi observado o surgimento de bolhas e o balão inflou. Conversem no grupo e tentem explicar o que pode ter acontecido para esse fenômeno ter ocorrido.

02) Foi possível visualizar, ao final do experimento, alguma quantidade de sal dentro do frasco? Tentem explicar esse resultado.

03) Com base nas observações apresentadas e discutidas nas perguntas anteriores, qual é o sal que resta no frasco ao final do experimento? Explique.

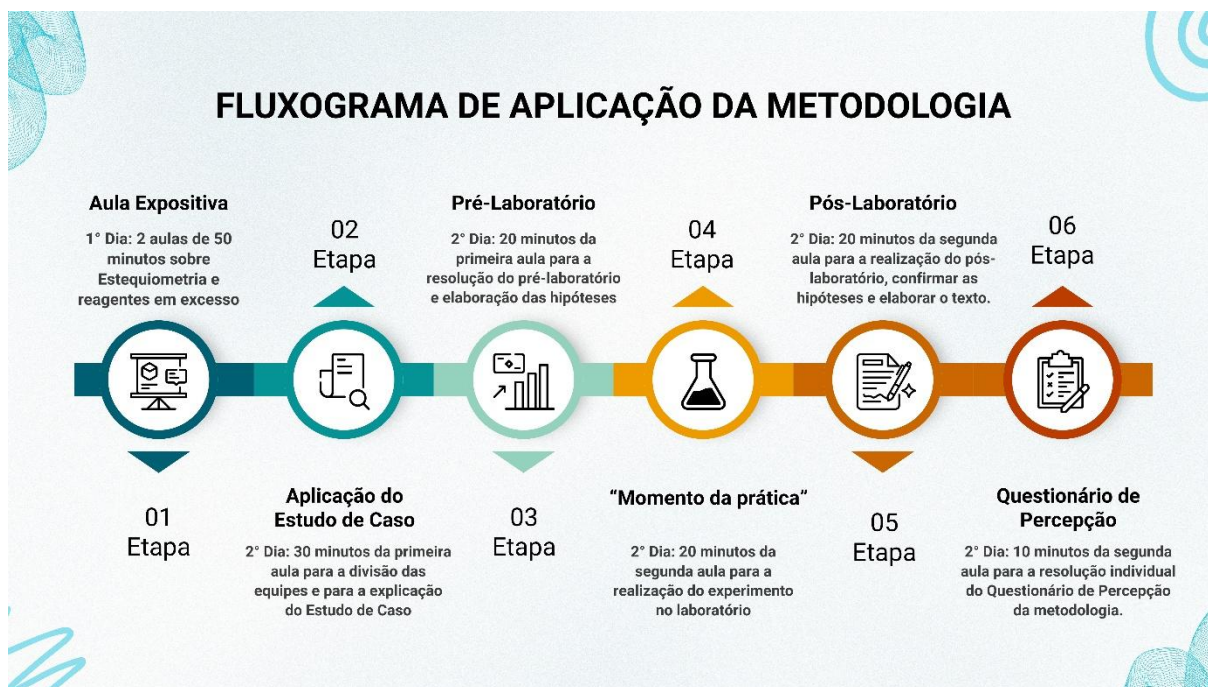
Após o experimento realizado, as hipóteses que a equipe formulou, acerca do problema apresentado por Catarina (a presença de sal ao final do experimento), foram confirmadas: sim ou não? Explique.

Elabore um pequeno texto para Catarina, ajudando-a a descobrir o que aconteceu com seu peixinho.

Fonte: próprio autor.

Todo o processo a respeito da intervenção didática pode ser melhor compreendido através de um fluxograma elaborado pelo software “Canva”, como demonstra a Figura 07.

Figura 07 – Fluxograma da intervenção didática referente a aplicação da metodologia.



Fonte: Próprio autor.

3.3 Análise da Atividade Experimental Investigativa (AEI)

A caracterização da atividade experimental investigativa foi realizada a partir das ideias apresentadas por Souza *et al.* (2013). Para os autores, uma atividade investigativa deve partir de uma situação problema que possua capacidade de interessar os alunos a participarem da própria investigação, suscitando a busca de informações, a elaboração das propostas de hipóteses acerca do fenômeno observado e estudado, o teste dessas tais hipóteses, e a discussão dos resultados obtidos para a construção das conclusões do problema apresentado.

Quando se observa a atividade que foi proposta para os alunos, é notório que o aspecto de possuir uma situação-problema a ser analisada foi contemplada dentro do estudo de caso abordado, onde a sua problemática final está direcionada a identificação do sal observado ao final do experimento pela personagem principal (Catarina) e suas amigas. Desta forma, foram divididos 8 grupos, onde cada um dos grupos deveria analisar o processo reacional e identificar a natureza do sal do final do experimento e as possíveis causas de sua presença.

Essa proposta de atividade tem como um dos objetivos provocar nos estudantes a elaboração e construção de hipóteses abordadas dentro do EC e da Atividade Investigativa.

No roteiro da Atividade Investigativa, os alunos são incentivados a formular duas hipóteses em um dado momento. No EC diz que: “*Imagine que vocês são colegas de classe de Catarina. Ajudem Catarina a descobrir o que aconteceu para que sobrasse sal no final da reação do peixinho dela*”. Essa pergunta os leva a pensar e refletir com relação ao que pode ter acontecido para que tenha sobrado esse sal no final.

Em seguida, há o momento que eles tomam conhecimento de algumas informações importantes sobre os reagentes utilizados no experimento, como: equação química, relação estequiométrica e suas características. Junto a essa parte, tem-se ao final do pré-laboratório uma pergunta que os ajudam a refletir sobre a proporção dos reagentes utilizados: “*Por que é importante manter a proporção correta das quantidades dos reagentes em sua reação? O que pode acontecer se houver excesso de um deles?*”

Todas essas etapas os ajudam a criar um arcabouço teórico para que venham a desenvolver as hipóteses que serão indicadas, de maneira mais direta, ao final do pré-laboratório: “*Com base nos conhecimentos adquiridos, formulem **DUAS HIPÓTESES** do que aconteceu com o peixinho de balão da Catarina*”.

Após a construção das hipóteses, eles são provocados a confirmá-las no momento da prática com um experimento: “*Agora que vocês já estão por dentro do caso de Catarina e já construíram suas hipóteses para tentar explicar o problema, vamos fazer a mesma reação de uma forma diferente*”. Nesse momento, onde é apresentado as equipes o passo a passo de todo o processo experimental, que permeia desde os materiais que eles utilizam até como eles fariam o experimento, permite com que eles tomem conhecimento do que devem fazer durante essa etapa, tomando as devidas anotações durante a reação em um espaço dedicado para essa finalidade.

Após o término do experimento, os estudantes devem preencher uma tabela com as informações acerca da prática, sendo elas, o número de mols de Bicarbonato de Sódio utilizado em cada frasco e, com isso, realizassem comparações com o que foi informado e dizer qual reagente está em excesso, com um espaço reservado para eles fazerem as devidas anotações. Essa etapa faz com que os alunos desenvolvam uma visão fora do campo macroscópico, da visualização do fenômeno, e passem a olhar para o experimento, tanto com a visão do microscópico (átomos, moléculas, íons e estruturas), como do simbólico (fórmulas, equações, relações matemáticas), como é abordado por Johnstone (2000).

Na etapa seguinte, é proposto aos alunos: “*Após o término do experimento, discutam entre os integrantes da equipe para responder as perguntas descritas logo abaixo*”.

Essa proposta tem como principal característica, o desenvolvimento da capacidade de argumentação e de conclusão de uma hipótese dos estudantes acerca do que eles participaram.

Posteriormente ao pós-laboratório, os estudantes são provocados a refletirem sobre o que eles obtiveram de resultados e que relacionem com suas hipóteses: *“Após o experimento realizado, as hipóteses que a equipe formulou, acerca do problema apresentado por Catarina r(a presença de sal ao final do experimento), foram confirmadas: sim ou não? Explique”*. De acordo com Lustosa (2024), quando os alunos são induzidos a esse tipo de questionamento, faz com que eles reflitam sobre os seus resultados não só como dados, mas que tenham significado sobre a atividade. Ainda segundo Lustosa (2024), ele afirma que “não é plausível que uma atividade investigativa tenha apenas resultados numéricos, mas sim que os alunos possam compreender aquelas observações”.

Por fim, é proposto aos estudantes que: “Elabore um pequeno texto para Catarina, ajudando-a a descobrir o que aconteceu com seu peixinho”. Dessa forma, os alunos trabalham no desenvolvimento do poder de argumentação para a resolução da problemática proposta, tendo como base as informações que os mesmos obtiveram durante a elaboração e confirmação das hipóteses e dos dados adquiridos durante a parte experimental.

3.4 Levantamento de dados

Em cada etapa da atividade, foram elaboradas algumas perguntas para que os alunos respondessem para ajudá-los a construir uma linha de raciocínio. A primeira parte se encontra no “Pré-laboratório” (APÊNDICE E) onde se dispõe das seguintes perguntas:

1. O que você espera observar ao misturar o Bicarbonato de Sódio com Vinagre?
Explique sua resposta.
2. Qual é o gás liberado na reação do Bicarbonato de Sódio com Vinagre?
3. Por que é importante manter a proporção correta das quantidades dos reagentes em sua reação? O que pode acontecer se houver excesso de um deles?

Para além das perguntas existentes no pré-laboratório, há uma pergunta onde os convidam a elaborarem hipóteses para o caso apresentado: *Com base nos conhecimentos adquiridos, formulem **DUAS HIPÓTESES** do que aconteceu com o peixinho de balão da Catarina.*

Posteriormente, no “Momento da prática” foi pedido para que eles, após a observação da reação apresentada no laboratório, fizessem anotações e preenchessem a tabela no que diz respeito as informações sobre o número de mols de Bicarbonato de Sódio utilizado

e fizesse um comparativo com o número de mols de Ácido Acético e determinassem se havia excesso de reagente.

Terminada a etapa anterior, foi apresentado o “Pós-laboratório”, onde lhes foram feitas as seguintes perguntas:

1. No momento em que a reação ocorreu, foi observado o surgimento de bolhas e o balão inflou. Conversem no grupo e tentem explicar o que pode ter acontecido para esse fenômeno ter ocorrido.
2. Foi possível visualizar, ao final do experimento, alguma quantidade de sal dentro do frasco? Tentem explicar esse resultado.
3. Com base nas observações apresentadas e discutidas nas perguntas anteriores, qual é o sal que resta no frasco ao final do experimento? Explique.

Terminado o pós-laboratório, foi perguntado novamente a respeito das hipóteses que foram elaboradas: *Após o experimento realizado, as hipóteses que a equipe formulou, acerca do problema apresentado por Catarina (a presença de sal ao final do experimento), foram confirmadas: sim ou não? Explique.*

Por último, foi pedido para que eles elaborassem um pequeno texto para Catarina, ajudando-a a descobrir o que aconteceu com seu peixinho.

Para a avaliação da metodologia aplicada, foi elaborado um formulário de percepção da metodologia AEI (APÊNDICE F) no software “Canva” onde, os alunos tiveram a oportunidade de respondê-lo em sala de aula após o término de todo o processo. Esse formulário contém cinco perguntas objetivas e uma subjetiva. Nas questões afirmativas, os estudantes selecionaram as suas respostas tendo como base na escala Likert, onde é dividida em *concordo totalmente; concordo; nem concordo, nem discordo; discordo e discordo Totalmente.*

1. Consegui compreender o problema de Catarina no Estudo de Caso estudado;
2. Consegui formular hipóteses adequadas para o problema apresentado;
3. Senti-me motivado em investigar o que me foi proposto para resolver o problema do Estudo de Caso;
4. A Atividade Experimental me ajudou na solução do problema do Estudo de Caso;
5. A atividade me ajudou a compreender melhor os conceitos de reagente limitante e reagente em excesso;
6. Fale dos pontos fracos e pontos fortes da atividade realizada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados que foram obtidos desse projeto, se tornaram possíveis através da análise da situação-problema do Estudo de Caso (EC) e das atividades propostas no Roteiro da Atividade Experimental Investigativa (AEI), onde englobam o pré-laboratório, a construção das hipóteses, a resolução da tabela do momento da prática, do pós-laboratório, da criação do texto para Catarina e, ao final, do questionário de percepção de atividade.

4.1 Atividade Experimental Investigativa (AEI)

4.1.1 Atividade Experimental Investigativa na visão dos alunos

As respostas dos alunos as questões que constroem a Atividade Investigativa foram tratadas, uma parte pelo método de “rubricas” adaptado de Lustosa (2024), já as perguntas problematizadoras foram através da categorização da Análise Textual Discursiva (ATD) sendo definidas como: *incorpora* (resposta correta), *tangencia* (se aproxima da resposta correta) e *distancia* (distante do conceito correto), descritas por Souza *et al.* (2021).

Depois da análise dos resultados obtidos referentes a terceira pergunta do pré-laboratório, onde: “*Por que é importante manter a proporção correta das quantidades dos reagentes em sua reação? O que pode acontecer se houver excesso de um deles?*”, foi possível observar que metade das equipes, ou seja, quatro grupos conseguiram desenvolver respostas adequadas para a pergunta realizada. Já a outra metade, conseguiu desenvolver respostas que tangencia (se aproxima) a resposta correta. Não houve nenhum grupo que se enquadrou na categoria de *distancia*, isso indica que todas as equipes conseguiram entender o conceito de reagente em excesso e a importância de suas proporções. Na tabela abaixo mostra a categoria que os grupos se enquadraram, juntamente com suas descrições e as unidades de significado (a resposta de alguns dos grupos).

Tabela 3 – Categorização do conhecimento dos alunos sobre a importância das proporções.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO	UNIDADES DE SIGNIFICADO
Incorpora	Consciência sobre as proporções estequiométricas e suas consequências.	G6: “Para que a reação ocorra da maneira correta e não aconteça excesso. O resultado será alterado e um dos reagentes será limitante”; G7: “Pode alterar o resultado e pode restar reagentes no final da reação”.
Tangencia	Os alunos possuem uma ideia superficial acerca da importância das proporções estequiométricas.	G1: “Por que se houver excesso de um deles, o experimento pode dar errado”; G2: “Por que dependendo da quantidade, pode alterar o resultado, gerando consequências que podem não ser boas”.

Fonte: Próprio autor.

Foi construído uma tabela de rubrica, adaptado do modelo descrito por Lustosa (2024), sendo atribuído pontuações variando de zero a dois pontos contemplando os objetivos de uma atividade experimental investigativa abordado por Souza *et al.* (2013), partindo das respostas dos grupos, onde o *zero* seria o menor resultado desejado como resposta, *um*, uma resposta intermediária, e *dois*, uma resposta que contempla aquele objetivo específico, como pode ser representado na tabela abaixo.

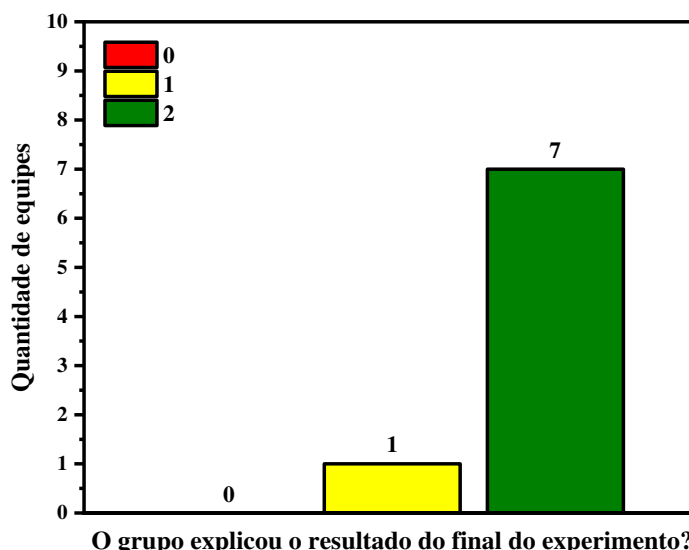
Tabela 4 – Rubrica de contemplação dos ideais pressupostos a uma Atividade Investigativa.

OBJETIVO	PONTUAÇÕES		
	0	1	2
O grupo explicou o resultado do final do experimento?	Nenhuma explicação foi identificada	A explicação não foi suficientemente clara	Uma explicação adequada foi identificada

Fonte: Próprio autor.

A questão abordada na Tabela 4 de rubricas teve como parâmetro as respostas obtidas das equipes na segunda questão do pós-laboratório, onde é pedido para que eles tentem explicar a presença de sal no final do experimento: “Foi possível visualizar, ao final do experimento, alguma quantidade de sal dentro do frasco? Tentem explicar esse resultado.” As pontuações de todas as equipes foram tratadas e representadas logo abaixo no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Pontuações da segunda questão do pós-laboratório.



Fonte: Próprio autor.

Nenhuma pontuação 0 foi atribuída para essa segunda pergunta, já que a maioria das equipes conseguiram entender o que foi visto na prática e alcançaram uma explicação satisfatória ao final. Houve apenas um grupo que obteve pontuação 1, pois eles não explicaram a presença do sal no frasco ao final, apenas relataram que foi visto, sendo sua resposta:

a) **(G7)** – “No frasco 2 não tinha, já no outro teve bastante”.

O restante dos grupos alcançou pontuação máxima de 2, indicando que eles conseguiram desenvolver uma explicação clara e adequada a situação. Isso pode ser dado ao fato de que os alunos tenham entendido como o processo reacional funciona, tendo como base as informações importantes fornecidas no roteiro de Atividade Experimental, ideia essa corroborada por Pires, Braga e Silva (2024), onde afirmam que a AEI possui essa capacidade de facilitar o aprendizado de uma forma mais lúdica. Algumas das respostas em destaque foram:

b) **(G1)** – “No frasco 1, sobrou sal porque estava com excesso de bicarbonato”;

c) **(G2)** – “Sim. O bicarbonato em excesso não reagiu, por isso ficou no fundo”;

d) **(G5)** – “Sobrou sal no frasco 01, isso se dá pelo o excesso de bicarbonato no experimento”.

Depois da análise dos resultados referentes a terceira pergunta do pós-laboratório, onde: “Com base nas observações apresentadas e discutidas nas perguntas anteriores, qual é o sal que resta ao final do experimento”, foi possível observar que metade das equipes conseguiram cumprir o objetivo e desenvolveram explicações que incorporam com a ideia real, onde o sal presente no final do experimento seria o Bicarbonato de Sódio em excesso que não reagiu durante a reação.

Contudo, uma equipe teve sua explicação mais tangencial ao que de fato acontece, devido a sua explicação não ter sido suficientemente clara e por chamar o reagente de *sal de sódio*.

Por fim, houve três grupos que obtiveram argumentações distantes do real, onde um deles afirma que o sal no final do processo era o Acetato de Sódio (sendo ele solúvel em meio aquoso), ou outro ainda dizendo que o Bicarbonato de sódio era utilizado para produção do sal de cozinha.

Essas respostas obtidas na categoria de *distancia*, principalmente a do grupo 2 que foi: “*Sal de cozinha. O Bicarbonato de sódio é utilizado para fazer sal de cozinha*”. Pode ser explicado devido os alunos ainda terem a concepção de que “sal” só existe um e é o que se utiliza na cozinha, eles não entendem que “sal” é um composto que apresenta determinadas características que façam com que ele se encaixe nessa classificação, tais como: capacidade de conduzir eletricidade, apresentam alto ponto de fusão e ebulição e sua grande maioria ser solúvel em meio aquoso.

A tabela logo abaixo destaca todas as três categorias que abordam esse método avaliativo, sendo eles, *incorpora*, *tangencia* e *distancia*, que foram abordadas nas respostas obtidas através dos alunos, suas descrições e suas unidades de significado.

Tabela 5 – Categorização do conhecimento dos alunos acerca da pergunta “*Com base nas observações apresentadas e discutidas nas perguntas anteriores, qual é o sal que resta ao final do experimento*”.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO	UNIDADES DE SIGNIFICADO
Incorpora	As explicações dos grupos acerca da identificação do sal foram adequadas	G3: “ <i>É o bicarbonato que não reagiu direito com o vinagre</i> ”; G6: “ <i>Restou bicarbonato de sódio, comprovamos isto com a subtração de mol entre os reagentes</i> ”.
Tangencia	Os alunos entenderam o conceito de reagente em excesso, mas não conseguiram compreender bem o processo reacional	G5: “ <i>O sódio presente na fórmula do Bicarbonato em excesso não foi dissolvido com o ácido acético e sobrou no produto</i> ”;
Distancia	Os alunos não conseguiram entender e abordar o conceito de reagente em excesso	G1: “ <i>Acetato de sódio. Ele se dissolve na água, dissociando-se em ions Na^+ e Cl^-, que ficam cercados por moléculas de água</i> ”;

	G2: “Sal de cozinha. Bicarbonato de sódio é utilizado para produzir o sal de cozinha”.
--	---

Fonte: Próprio autor.

4.2 Análise da resolução do Estudo de Caso

Os resultados obtidos através do Estudo de Caso foram analisados a partir de três perguntas presentes no roteiro da Atividade Investigativa, sendo uma no final do pré-laboratório e as outras depois do pós-laboratório. As respostas tiveram como análise, tanto a capacidade dos alunos em desenvolverem hipóteses no que diz respeito a problemática, como o seu poder de argumentação.

As respostas dos alunos foram analisadas de duas formas, tanto na forma de rubricas, adaptada de Lustosa (2024), como o método da Análise Textual Discursiva (ATD). De acordo com Moraes e Galiuzzi (2007 *apud* Souza *et. al.*, 2022) defendem que a Análise Textual Discursiva pode ser entendida como um processo auto-organizado de construção de novos significados, em relação à produção textual.

4.2.1 Análise das respostas obtidas dos alunos

Com relação as perguntas do roteiro da Atividade Investigativa, foram escolhidas três para serem avaliadas com o método das rubricas descrito por Lustosa (2024). Para essas perguntas, foram elaborados três objetivos com relação a cada uma das perguntas analisadas e, em seguida, realizado a escala das pontuações variando de 0 a 2 como pode ser melhor representado na Tabela 6.

Tabela 6 – Rubrica de contemplação dos ideais pressupostos ao Estudo de Caso.

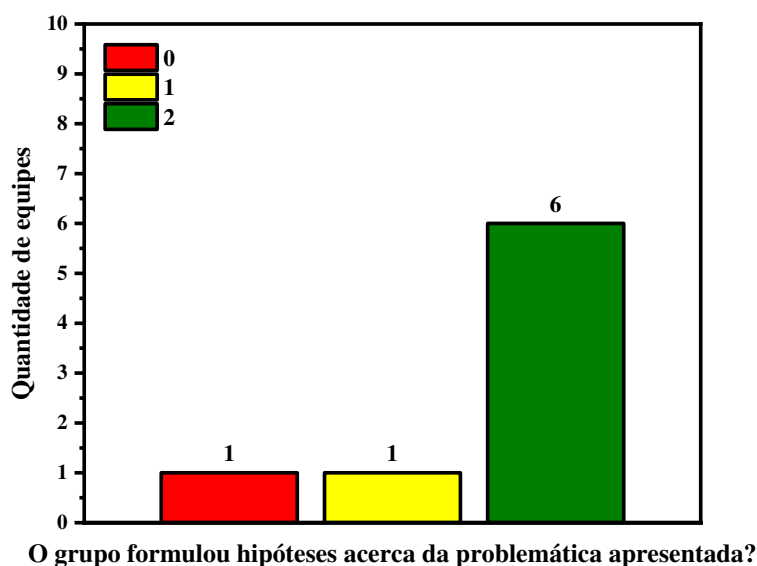
OBJETIVO	PONTUAÇÕES		
	0	1	2
O grupo formulou hipóteses acerca da problemática apresentada?	Nenhuma hipótese foi formulada	A construção das hipóteses não foi suficientemente clara	As hipóteses foram adequadamente formuladas
O grupo conseguiu confirmar e explicar as hipóteses formuladas?	Nenhuma explicação foi identificada	As explicações não foram	Uma explicação adequada foi identificada

	suficientemente claras		
O grupo conseguiu elaborar um texto para Catarina sobre o que aconteceu?	Nenhuma explicação foi identificada	As explicações não foram suficientemente claras	Uma explicação adequada foi identificada

Fonte: Próprio autor.

O primeiro objetivo apresentado na tabela acima, teve como base as respostas dos grupos na pergunta realizada após o pré-laboratório: “Com base nos conhecimentos adquiridos, formulem **DUAS HIPÓTESES** do que aconteceu com o peixinho de balão da Catarina”. Após analisar as respostas obtidas das equipes, foi atribuído uma pontuação para cada resposta e construído um gráfico de colunas, assim como é demonstrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Pontuações da primeira questão da tabela de rubricas.



Fonte: Próprio autor.

Ao analisar as respostas das equipes para a questão de proposta de construção de hipóteses, apenas uma equipe recebeu pontuação 0, pois a resposta desviou-se do tema em questão, o grupo confundiu o balão caracterizado de peixe com o próprio animal, sendo sua resposta:

- a) (G7) – “Ele pode ter contraído uma doença ou infecção ou pode ter sido exposto a alteração no aquário”.

Ainda foi atribuída pontuação 1 para apenas uma equipe, pois suas hipóteses não estavam suficientemente claras, sendo a resposta:

- b) **(G1)** – *“Talvez porque o vinagre quando houve a batida, teve uma reação com o bicarbonato de sódio, como o bicarbonato contém sódio, o sódio pode ter ficado sozinho e a água. Ou talvez por excesso de bicarbonato de sódio”.*

Para as outras seis equipes, cerca de 75 %, foram atribuídas pontuação 2. Pôde-se entender a partir desse resultado que, os estudantes entenderam como funciona a construção de uma hipótese e conseguiram formular tais ideias, sendo algumas das respostas:

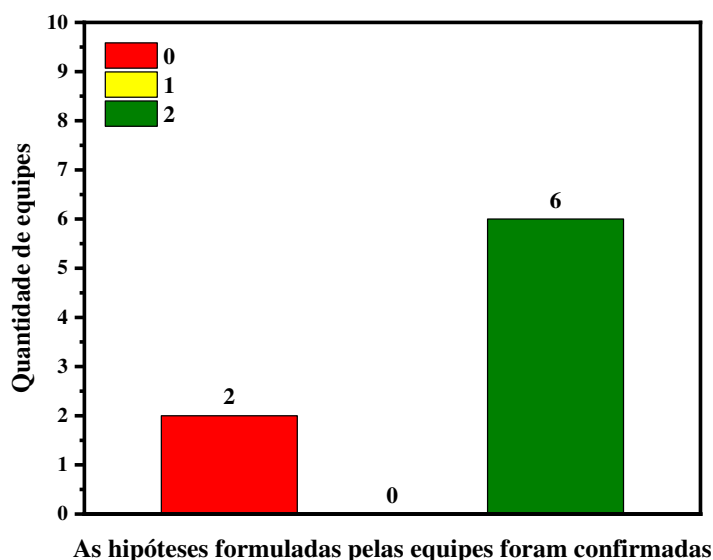
- c) **(G2)** – *“1ª - Ela pode ter colocado muito bicarbonato e pouco vinagre, fazendo com que o mesmo não se dissolva completamente. 2ª - Ela pode ter usado um vinagre com uma porcentagem menor ou maior de ácido acético”;*
- d) **(G5)** – *“1ª – Houve um excesso de Bicarbonato de Sódio que o vinagre não neutralizou e o produto final o sal foi conservado. 2ª – Houve excesso do vinagre que não participou da reação”.*

Essas ideias corroboram com o que foi discutido por Menezes e Farias (2024) onde, acerca da importância das hipóteses e de suas construções, os autores comentam que: “As hipóteses orientam a resolução do problema proposto, e uma vez aliadas aos conhecimentos que já se tem sobre ele, permitem a análise e interpretação dos resultados.”

Ainda sobre os autores citados anteriormente, com relação ao processo que ocorre durante uma atividade investigativa, se faz necessário que haja um envolvimento por parte do aluno, também deve haver uma articulação entre o conhecimento que está sendo construído com outros já consolidados, com a finalidade de ampliar e modificar a sua compreensão.

O segundo objetivo da tabela de rubricas teve como parâmetro as respostas obtidas das equipes na pergunta realizada depois do pós-laboratório, onde é pedido para que eles discutam se as hipóteses formuladas foram confirmadas: *“Após o experimento realizado, as hipóteses que a equipe formulou, acerca do problema apresentado por Catarina (a presença de sal ao final do experimento), foram confirmadas: sim ou não? Explique.”* As pontuações de todas as equipes foram tratadas e representadas logo abaixo no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Pontuações para a segunda questão da tabela de rubricas.



Fonte: Próprio autor.

Nessa questão de pesquisa, apenas duas equipes receberam pontuação 0, pois uma não respondeu e a outra havia construído uma hipótese que fugiu do problema de pesquisa na primeira pergunta analisada e nessa, não houve a presença de uma explicação, sendo a resposta:

a) **(G7)** – “*Sim, porque aconteceu tudo como esperado*”.

Não houve nenhuma equipe que recebeu pontuação 1, significando que os demais grupos (cerca de 75 %) conseguiram, partindo de suas hipóteses, explicar o problema que foi relatado, atingindo pontuação máxima de 2, sendo algumas das respostas:

b) **(G2)** – “*Sim. A primeira hipótese, pois quando a quantidade de ácido é menor juntamente com o volume são menores tende a ter excesso de bicarbonato de sódio*”;

c) **(G4)** – “*Sim, especulamos como a principal hipótese o excesso de algum dos reagentes utilizados*”;

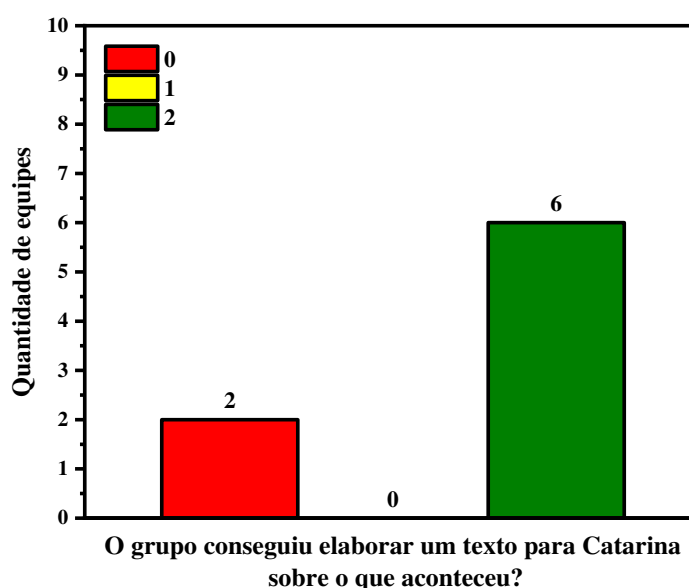
d) **(G5)** – “*Sim. A primeira hipótese foi comprovada como foi visto no laboratório com a presença de sal pelo excesso do Bicarbonato*”.

Esse resultado traz a percepção de que as hipóteses construídas pelos grupos foram bem elaboradas, fazendo com que sejam confirmadas logo após o momento da prática e do pós-laboratório. Isso traz à tona o impacto positivo que o Estudo de Caso possui na resolução de uma situação-problema fazendo com que, durante todo o processo, o aluno desenvolva um entendimento melhor com relação ao assunto trabalhado, fazendo com que as hipóteses sejam mais concisas e detalhadas.

Bernardi e Pazinato (2022) realizam um estudo de resultado comparativo em relação ao entendimento de Química e ambos afirmam que os estudantes que chegam a participar do Estudo de Caso tendem a melhorar seu entendimento e melhoram suas concepções sobre esses conceitos.

Sobre o terceiro objetivo da tabela de rubricas está ligado com a última pergunta do roteiro da Atividade Investigativa, onde é pedido para os grupos que: *“Elabore um pequeno texto para Catarina, ajudando-a a descobrir o que aconteceu com seu peixinho”*. Tendo isso em vista, os resultados foram colhidos e tratados ainda no sistema de rubricas, como pode ser demonstrado no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Pontuações para a terceira questão da tabela de rubricas.



Fonte: Próprio autor.

Pôde-se observar que mais da metade dos grupos conseguiram pontuação máxima por conseguir desenvolver um pequeno texto para Catarina explicando a ela o que pode ter ocorrido (baseado nas hipóteses que eles construíram e confirmaram durante todo o processo). Por exemplo:

- a) **G1** – *“Pode ter dado errado por que o peixinho dela podia estar sendo o bicarbonato de sódio o excesso, enquanto no vídeo que ela assistiu pode ter sido excesso de vinagre, por isso que não sobrou sal”*;
- b) **G3** – *“Aconteceu que no peixinho tinha pouco vinagre para o experimento e por isso que sobrou sal”*;

- c) **G5** – *“O experimento visto nas redes sociais estavam na proporção certas. Quando Catarina foi reproduzir o experimento, ela acabou colocando mais Bicarbonato, que ficou em excesso. Esse excesso do sal não participou da reação e logo ficou presente no final do experimento”.*

Isso comprova que os integrantes das equipes entenderam o problema apresentado no EC, formularam as hipóteses e conseguiram confirmá-las ao final do processo para que pudessem construir esses textos, sendo as respostas dentro do que realmente aconteceu.

Houve apenas duas equipes que obtiveram a pontuação mínima de 0, elas não conseguiram desenvolver um texto com a capacidade de explicar o que de fato tenha acontecido, pois se ausentaram de responder a tal proposta.

Esses resultados onde os alunos, através de uma proposta elaborada no final do roteiro da Atividade Investigativa que se encontra atrelada ao estudo de caso criado, demonstra que, essa correlação do EC com AEI fez com que mais da metade dos estudantes conseguissem construir um texto com argumentos infundados em suas hipóteses desenvolvidas.

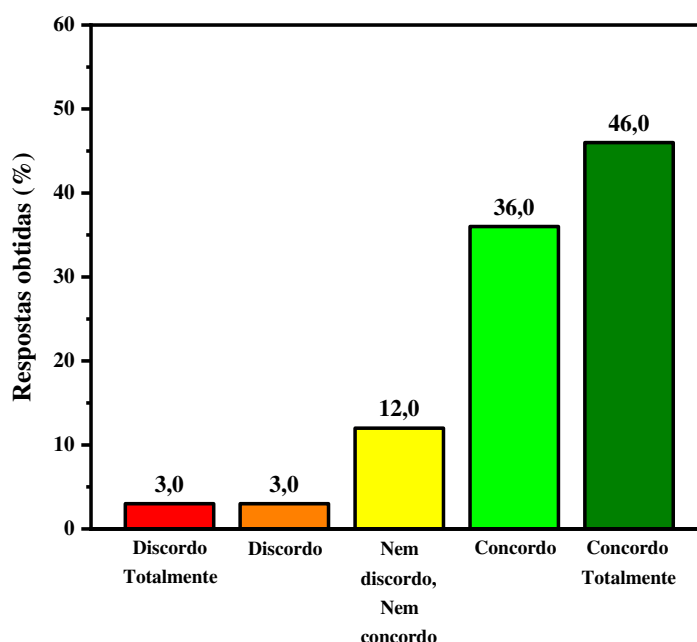
Essa discussão também entra em acordo com o que foi comentado com Zompero e Laburu (2011) onde, concorda-se que essas atividades são sempre baseadas em problemas que os alunos devem resolver e que esta proposta de ensino se apresenta como uma forma diferente de aprendizagem, contrapondo o ensino tradicional.

4.3 Análise do Questionário de Percepção da metodologia

A avaliação da metodologia abordada com os alunos foi possível através de um questionário impresso, onde os alunos responderam de forma individualmente no final da aula. Ao total, foram realizadas cinco afirmações baseada na escala Lickert, sendo suas respostas categorizadas e divididas em *“concordo totalmente”*, *“concordo”*, *“nem concordo, nem discordo”*, *“discordo”* e *“discordo totalmente”*. Além dessas, também foi aplicada uma pergunta subjetiva para que os alunos escrevessem sobre os pontos fortes e fracos da metodologia AEI.

Na primeira afirmativa, *“Consegui compreender o problema de Catarina no Estudo de Caso estudado”*, obteve-se quinze respostas com *“Concordo totalmente”*, doze respostas de *“Concordo”*, quatro respostas de *“Nem concordo, nem discordo”*, uma resposta de *“Discordo”* e uma de *“Discordo totalmente”*, sendo um percentual (%) de 46,0; 36,0; 12,0; 3,0 e 3,0 respectivamente, assim como mostra o Gráfico 5.

Gráfico 5 – 1ª afirmativa do Questionário de Percepção:
*“Consegui compreender o problema de Catarina no
 Estudo de Caso estudado”.*



Fonte: Próprio autor.

Como pôde-se observar, cerca de 82 % dos alunos avaliaram positivamente a atividade proposta ao confirmarem que conseguiram compreender satisfatoriamente o problema apresentado por Catarina. Contudo, aproximadamente 12 % dos estudantes responderam que nem concorda e nem discorda dessa afirmativa, caracterizando que eles entenderam razoavelmente o problema apresentado. Em torno de 6 % dos discentes discordaram dessa afirmação, onde fica subentendido que estes não entenderam a problemática, podendo assim, implicar negativamente no seu desenvolvimento durante a experimentação.

Dessa forma, pode-se dizer que a aplicação de um caso com o intuito de trazer à tona uma problemática referente ao assunto tem sua contribuição positiva para a abordagem dentro AEI, pois os alunos passam a se sentir personagens dessa história, fazendo com que eles se engajem mais e tenham um maior aproveitamento.

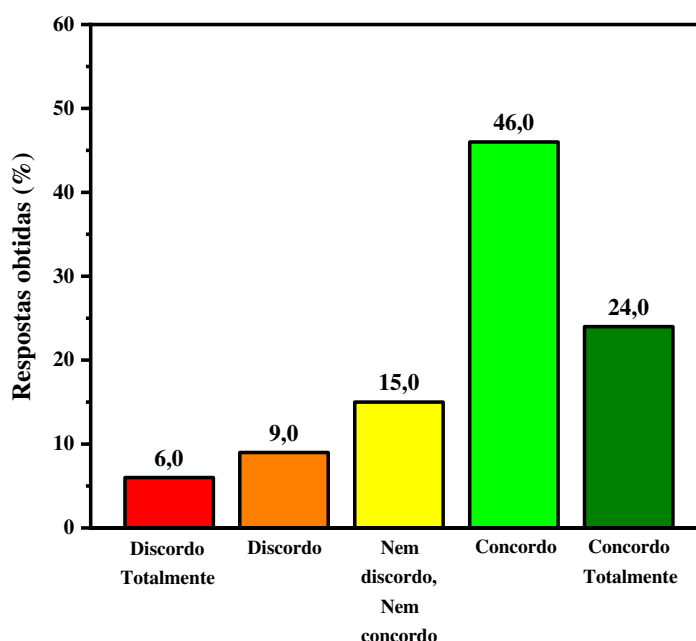
Essas ideias são alinhadas com o que é afirmado por Menezes e Farias (2024) a respeito da situação-problema: “ [...] ela quem oferece o foco, a direção e o propósito para o trabalho dos alunos”. Ainda comentam que o estudante deve saber identificar a situação proposta como um problema do qual não possua uma resolução de caráter automático e evidente.

Os resultados discutidos anteriormente corroboram com os dados obtidos por Lustosa (2024), onde em sua pesquisa, quando os alunos foram indagados sobre a sua participação na atividade proposta: *“A participação na atividade me motivou a aprender”*,

cerca de 94 % dos alunos afirmaram que a atividade os motivou a aprender mais, reforçando a importância da abordagem do EC dentro da AEI.

Na segunda afirmativa, “*Conseguir formular hipóteses adequadas para o problema apresentado*”, obteve-se oito respostas com “Concordo totalmente”, quinze respostas de “Concordo”, cinco respostas de “Nem concordo, nem discordo”, três respostas de “Discordo” e duas de “Discordo totalmente”, sendo um percentual (%) de 24; 46; 15; 9 e 6 respectivamente, assim como mostra o Gráfico 6.

Gráfico 6 - 2ª afirmativa do Questionário de Percepção: “*Conseguir formular hipóteses adequadas para o problema apresentado*”.



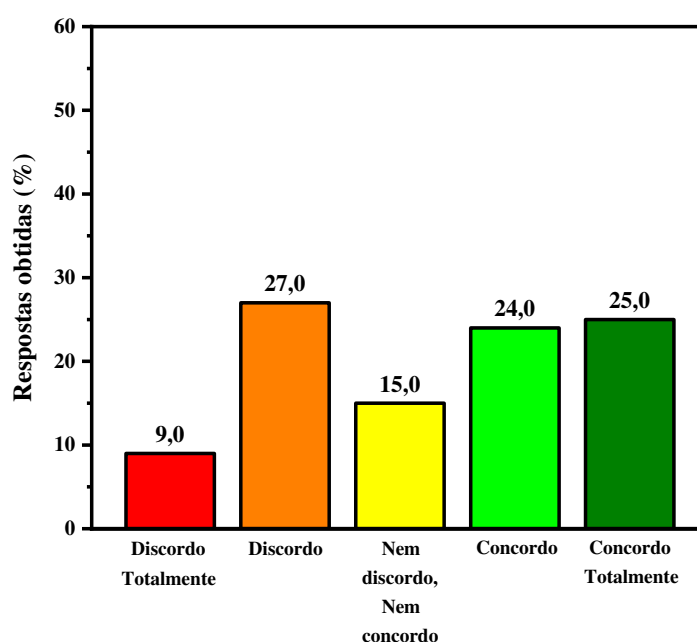
Fonte: Próprio autor.

Como pôde ser observado, aproximadamente 70 % dos alunos afirmaram que conseguiram formular as hipóteses, de forma adequada para o problema apresentado no Estudo de Caso por Catarina, corroborando com os dados obtidos do Gráfico 2. Contudo, cerca de 15 % dos estudantes afirmaram, tanto que nem concordam e nem discordam, e 15 % discordavam dessa afirmativa, caracterizando uma dificuldade de elaboração e construção de ideias capazes de formularem hipóteses mais adequadas para esse caso.

Com relação a formulação das hipóteses pelos estudantes, é abordado por Kasseboehmer e Ferreira (2012) a respeito das dificuldades do processo de elaboração de hipóteses, onde eles chegam a afirmar que esse processo é: “[...] complexo e pode ter origem em uma imaginação fértil ou em ideias especulativas as quais se apoiam em um fundo reflexivo”.

Na terceira afirmativa, “*Senti-me motivado em investigar o que me foi proposto para resolver o problema do Estudo de Caso*”, obteve-se oito respostas com “Concordo totalmente”, oito respostas de “Concordo”, cinco respostas de “Nem concordo, nem discordo”, nove respostas de “Discordo” e três de “Discordo totalmente”, sendo um percentual (%) de 25,0; 24,0; 15,0; 27,0 e 9,0 respectivamente, assim como mostra o Gráfico 7.

Gráfico 7 - 3ª afirmativa do Questionário de Percepção: “*Senti-me motivado em investigar o que me foi proposto para resolver o problema do Estudo de Caso*”.



Fonte: Próprio autor.

Após a análise do gráfico acima, aproximadamente 50 % dos estudantes concordaram com essa afirmativa, implicando que o EC os motivou a investigarem e resolverem o problema proposto por Catarina. Contudo, cerca de 15 % dos alunos afirmaram que nem concordam e nem discordam que se sentiram motivados pelo caso a resolverem o problema proposto, podendo ser interpretado que, para eles, não fazia diferença a presença do EC na metodologia.

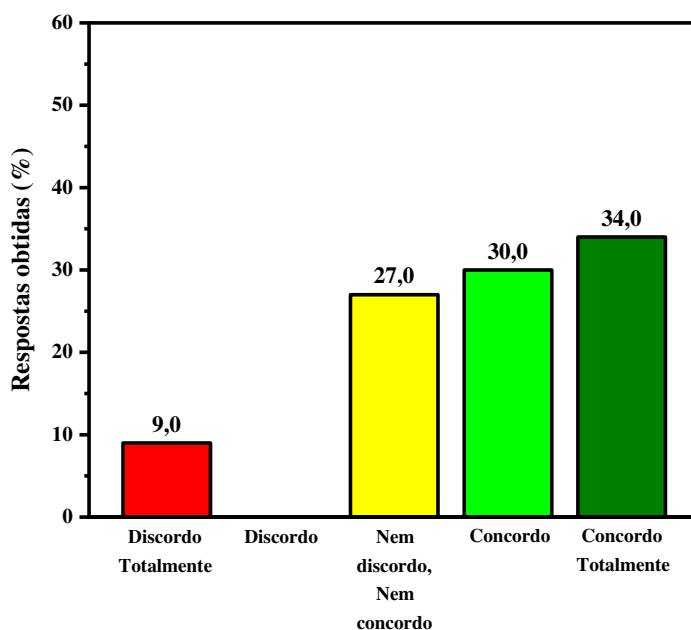
Os 35 % restantes discordaram dessa afirmativa, dizendo que o Estudo de Caso não os motivaram a resolver o problema proposto por Catarina, podendo ser visto como desinteressante na visão desses.

Através das respostas a essa afirmativa, onde aproximadamente 50 % dos alunos concordaram que se sentiram motivados a investigar a problemática do caso, reforça os ideais

propostos por Herreid (1998), do qual retrata sobre o que se deve ter para construir um Estudo de Caso, em específico, a capacidade de despertar o interesse pela questão abordada. Pois, se o aluno se sente motivado a investigar, o seu processo e desenvolvimento cognitivo pode ser trabalhado melhor devido a interação mais efetiva ao processo.

Na quarta afirmativa, “*A Atividade Experimental me ajudou na solução do problema do Estudo de Caso*”, obteve-se onze respostas com “Concordo totalmente”, dez respostas de “Concordo”, nove respostas de “Nem concordo, nem discordo”, nenhuma resposta de “Discordo” e três de “Discordo totalmente”, sendo um percentual (%) de 34,0; 30,0; 27,0; 0,0 e 9,0 respectivamente, assim como mostra o Gráfico 8.

Gráfico 8 - 4ª afirmativa do Questionário de Percepção:
“*A Atividade Experimental me ajudou na solução do problema do Estudo de Caso*”.



Fonte: Próprio autor.

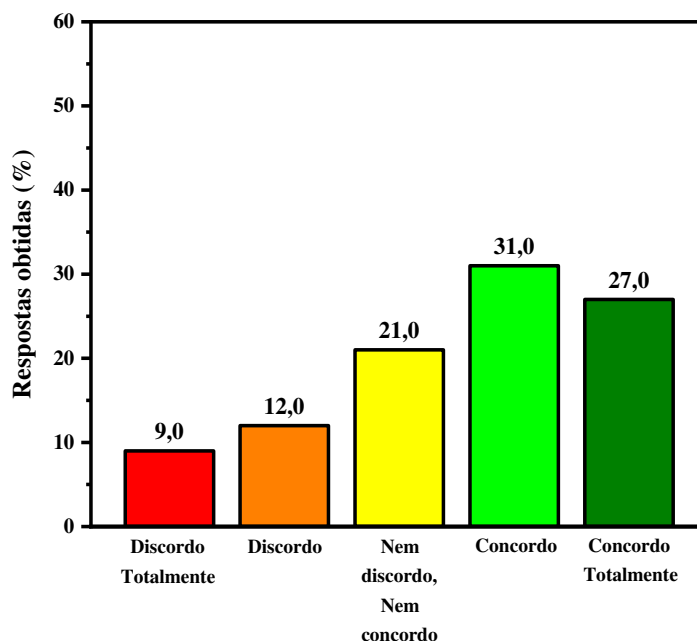
Após a análise do gráfico acima, foi identificado que 64 % dos estudantes concordaram que a Atividade Experimental proposta os ajudou a encontrar a solução do problema apresentado no Estudo de Caso. Entretanto, 27 % dos alunos afirmaram que nem concordam e nem discordam dessa afirmativa, indicando que, para eles, a abordagem da AEI na resolução do caso não teve tanta relevância. E o restante, em torno de 9 %, discordaram de que a AEI os ajudou a resolver o caso trabalhado.

Esses dados demonstram que a Atividade Experimental Investigativa tem a sua contribuição para a resolução da situação-problema apresentada no Estudo de Caso pois, segundo Menezes e Farias (2024), quando comentado acerca da atividade investigativa,

afirmam que essa metodologia requer que o aluno seja capaz de articular, de forma harmoniosa, determinadas habilidades cognitivas e conhecimentos procedimentais e conceituais.

Na quinta afirmativa, “*A atividade me ajudou a compreender melhor os conceitos de reagente limitante e reagente em excesso*”, obteve-se nove respostas com “Concordo totalmente”, dez respostas de “Concordo”, sete respostas de “Nem concordo, nem discordo”, quatro respostas de “Discordo” e três de “Discordo totalmente”, sendo um percentual (%) de 27,0; 31,0; 21,0; 12,0 e 9,0 respectivamente, assim como mostra o Gráfico 9.

Gráfico 9 - 5ª afirmativa do Questionário de Percepção:
“*A atividade me ajudou a compreender melhor os conceitos de reagente limitante e reagente em excesso*”.



Fonte: Próprio autor.

Como pôde-se observar, cerca de 58 % dos estudantes afirmaram que a Atividade Investigativa os ajudou a compreender melhor os conceitos de reagente em excesso e reagente limitante, atestando assim, a eficiência da metodologia abordada. Porém, cerca de 21 % responderam que nem concordava e nem discordava dessa afirmação, podendo concluir-se que, para esse público, a presença da atividade não foi significativa para a compreensão do conteúdo. O restante, cerca de 21 %, discordaram dessa afirmação, caracterizando ainda uma presença de dificuldades na compreensão desse conteúdo de reagente em excesso.

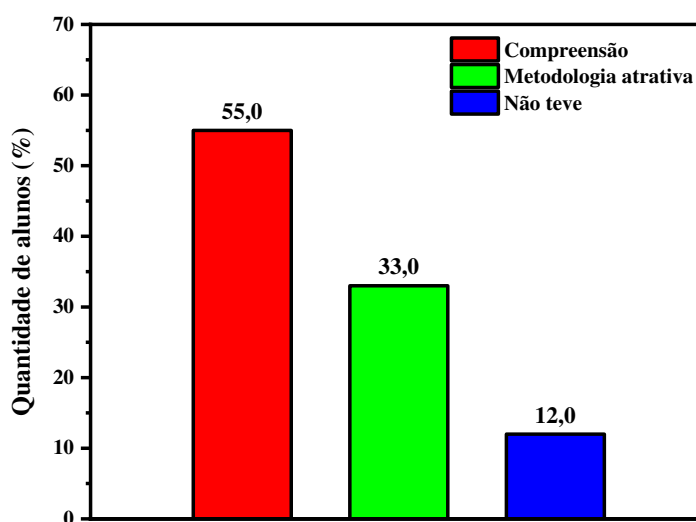
Com relação a esse resultado onde, mais da metade afirma que passou a entender melhor o conteúdo com o auxílio da AEI com EC, Silva, Ferraz e Bedin (2023) afirmam com relação ao desenvolvimento do conteúdo que, através da pesquisa e do entretenimento, o

interesse do aluno passa a ser intensificado pelos objetos de conhecimento da própria Química, despertando assim, a curiosidade e o desejo dos estudantes em aprender, fazendo-os estudar com maior rigor o que é analisado e compreendido dentro do ambiente de sala de aula.

Para analisar a pergunta subjetiva, as respostas foram separadas por “categorias”, onde as respostas que mais se aproximavam entre si, constituíam uma categoria.

Sendo assim, quando analisado a respeito dos pontos fortes da atividade realizada, foram criadas três categorias, sendo elas: *compreensão*, *metodologia atrativa* e *não teve*. No tópico de “*compreensão*”, houve dezoito respostas que incorporavam essa característica, para “*Metodologia atrativa*” foram onze respostas e para “*Não teve*” foram apenas quatro, contendo-se uma porcentagem (%) de 55,0; 33,0; 12,0 respectivamente, como está descrito no gráfico abaixo.

Gráfico 10 – Pontos fortes da pergunta subjetiva: “*Fale dos pontos fracos e pontos fortes da atividade realizada*”.



Fonte: Próprio autor.

Foi possível identificar, através dos resultados analisados, que mais da metade dos estudantes, cerca de 55 %, compreenderam bem a atividade, fazendo com que eles colocassem “compreensão” como um ponto forte da metodologia abordada.

Isso reforça os ideais já argumentados por Pires, Braga e Silva (2024) com relação a capacidade dessa metodologia de contribuir para o entendimento de determinados assuntos de forma mais divertida e profunda. Algumas das respostas identificadas foram:

- a) **Aluno 01** – “*A compreensão do conteúdo*”;
- b) **Aluno 10** – “*Consegui compreender os conceitos de reagentes em excesso*”;

- c) **Aluno 12** – “*Acho que atividades diferentes assim, ajudam a compreender conteúdos mais complexos*”;
- d) **Aluno 13** – “*Consegui compreender melhor o assunto*”.

Já os que responderam que a metodologia era atrativa, traz a ideia de que eles acham interessante quando a proposta se distancia do cotidiano da sala de aula, eles não estão familiarizados com metodologias fora da expositiva, fazendo com que achem atrativo e estimulantes quando se apresenta uma abordagem inovadora. Essas reações também ocorreram de forma semelhante ao trabalho de Kasseboehmer e Ferreira (2012) onde: “Alguns estudantes alegaram que imergiram nos problemas, gostaram disso e esse processo tornou-se mais fácil”.

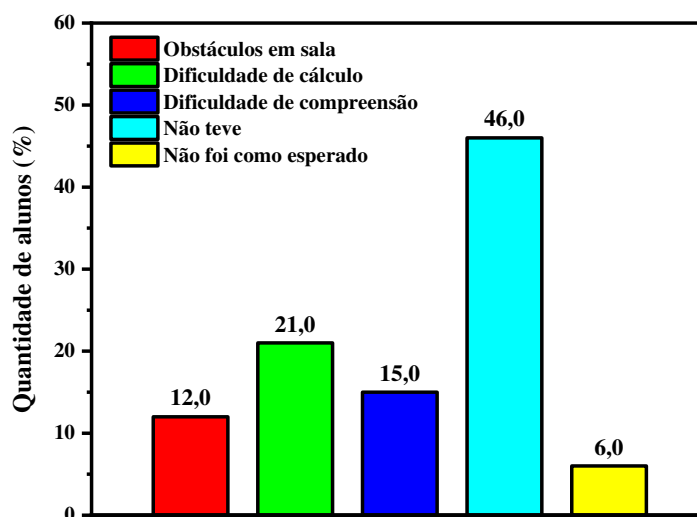
Alguns exemplos as respostas obtidas são:

- e) **Aluno 06** – “*Aula interativa e interessante*”;
- f) **Aluno 25** – “*A aula foi bem dinâmica e interessante*”;
- g) **Aluno 26** – “*Foi muito bom ver o experimento e entender de forma criativa*”.

Por fim, teve os que responderam que não houve pontos fortes. Esse valor é referente aos alunos que não colocaram nenhum ponto forte, ou apenas deixaram a pergunta em branco.

Passando a analisar os pontos fracos da atividade realizada, foram criadas cinco categorias, sendo elas: *obstáculos em sala*, *dificuldade de cálculo*, *dificuldade de compreensão*, *não teve* e *não foi como esperado*. No tópico de “*obstáculos em sala*”, houve quatro respostas que incorporavam essa característica, para “*Dificuldade de cálculo*” foram sete respostas, para “*Dificuldade de compreensão*” foram cinco respostas, para “*Não teve*” foram quinze respostas e “*Não foi como esperado*” foram apenas duas, contendo-se uma porcentagem (%) de 12,0; 21,0; 15,0; 46,0 e 6,0 respectivamente, como está descrito no gráfico abaixo.

Gráfico 11 – Pontos fracos da pergunta subjetiva: “Fale dos pontos fracos e pontos fortes da atividade realizada”.



Fonte: Próprio autor.

Foi possível identificar, através dos resultados obtidos, que cerca de 12 % dos estudantes relataram obstáculos em sala, sendo a metade das respostas, o barulho, e a outra parte, a falta de atenção dos próprios alunos.

Essas respostas podem ser entendidas como um obstáculo comum em qualquer sala de aula que se trabalha com equipes. Pires, Braga e Silva (2024) comentam com relação da agitação dos estudantes em sala acabar atrapalhando o processo de aprendizado, onde: “só se consegue bons resultados quando os alunos se sentem familiarizados com a atividade, encarando-a com naturalidade”.

Algumas das respostas coletadas foram:

- a) **Aluno 01** – “A falta de atenção dos alunos”;
- b) **Aluno 20** – “Muito barulho na sala”.

Houve ainda os que responderam que tiveram dificuldades nos cálculos matemáticos, contabilizando cerca de 21 % dos estudantes, esses resultados estão relacionados com o que Santos e Silva (2014) retrataram em suas pesquisas, onde afirmaram que, quando relacionado a Estequiometria, existem vários aspectos em que os estudantes sentem dificuldades, podendo-se destacar as dificuldades no manejo de técnicas matemáticas. E esse fator indefere da faixa etária e da região geográfica.

Alguns dos dados coletados foram:

- c) **Aluno 10** – “Achei complicado compreender a matemática”;
- d) **Aluno 23** – “Foi um pouco complicado fazer o cálculo”;

e) **Aluno 24** – “*Eu não compreendi totalmente os cálculos*”.

Para os que responderam que tiveram dificuldades na compreensão do assunto, cerca de 15 %, pode ser ocorrido que esses alunos não conseguiram entender e não esclareceram dúvidas na aula expositiva realizada anteriormente e, com isso, podendo não terem conseguido assimilar bem o próprio assunto que foi abordado juntamente com a metodologia aplicada.

Algumas das respostas analisadas foram:

f) **Aluno 03** – “*Falta de compreensão dos alunos*”;

g) **Aluno 06** – “*Alguns pontos não compreendi, fiquei confusa*”;

h) **Aluno 29** – “*Conteúdo difícil*”.

Ao analisar as respostas onde os alunos disseram que a Atividade Investigativa não tinha nenhum ponto fraco, ou apenas não responderam, foram quase a metade dos alunos, sendo cerca de 46 %. Algumas das respostas obtidas foram:

i) **Aluno 04** – “*Não tem*”;

j) **Aluno 14** – “*Não tem pontos fracos*”.

E por fim, houve dois estudantes que responderam que a metodologia não foi como eles esperavam, um já sabia que iria acontecer, ou seja, ela já sabia da resposta no começo da atividade, e a outra comentou que o problema apresentado estava mais para uma dúvida da personagem da história do que para um problema.

Isso pode estar relacionado, tanto com a visão que alguns alunos possuem sobre o que seria um “problema” e confundem com os problemas de exercícios ou até mesmo com os problemas da vida real, como as experiências que os próprios possuem na escola que frequentam, pois a mesma dispõe de várias atividades extracurriculares do qual fazem com que o estudante tenha um contanto com o laboratório de ciências e metodologias diversas, podendo esses em questão, terem visto esse experimento em algum momento durante a sua formação acadêmica.

As respostas obtidas para essa discussão foram:

k) **Aluno 02** – “*Já sabia o que ia acontecer*”;

l) **Aluno 31** – “*O problema apresentado está mais para dúvida do que problema*”.

A aceitação positiva dos alunos acerca da metodologia AEI atrelada ao EC demonstra que, essas estratégias pedagógicas não só tiveram a capacidade de facilitar a compreensão teórica do assunto abordado, como promoveram um engajamento mais ativo e participativo entre os estudantes.

O sucesso obtido através dessa metodologia abordada destaca ainda a necessidade de elaboração e aplicação de práticas pedagógicas que incentivem a participação de forma mais

ativa dos alunos, para que eles desenvolvam suas habilidades críticas e investigativas e tornem o processo de aprendizagem mais contextualizado e relevante para suas vidas.

5 CONCLUSÃO

Com a aplicação desse trabalho, foi possível abordar o conteúdo de reagente em excesso e reagente limitante em sala de aula, dentro da estequiometria, utilizando o Estudo de Caso como uma ferramenta dentro da Atividade Experimental Investigativa (AEI) com enfoque no cotidiano dos estudantes.

Com a abordagem do Estudo de Caso, foi possível construir um caso e, juntamente a ele, foi proposto uma situação-problema do qual possibilitou que os alunos trabalhassem em grupos, tanto em sala, como no Laboratório de Ciências da escola com o intuito de obterem um consenso para solucioná-la. Com isso, os estudantes conseguiram formular hipóteses adequadas a respeito da problemática apresentada.

Durante todo o processo da metodologia, foi possível avaliar o desenvolvimento de algumas habilidades cognitivas nos alunos com satisfação. A habilidade de argumentação dos estudantes foi mais bem desenvolvida, houve construção de ideias mais relacionadas com a problemática em si, envolvendo o conteúdo de reagente em excesso e, por fim, a um aprimoramento na elaboração de hipóteses através de uma análise quantitativa-qualitativa das perguntas e provocações abordadas dentro do Roteiro de Atividade Investigativa elaborado baseado nas teorias metodológicas da AEI.

E ao final de todo o processo, foi possível aplicar um Questionário de Percepção com os alunos sobre suas experiências com a metodologia AEI abordando ao final as potencialidades e fragilidades da mesma onde, quase a metade dos estudantes afirmaram que a metodologia não possui fragilidades e mais da metade afirma que sua aplicação facilitou na compreensão do assunto tratado.

Os resultados desta pesquisa levam a reforçar a importância de realizar abordagens mais experimentais para os conteúdos de Química em sala de aula no ensino básico para melhorar o aprendizado de temas mais complexos de estequiometria, como a própria Atividade Experimental Investigativa, o Estudo de Caso, a gamificação, dentre outras.

Por fim, conclui-se que o uso da Atividade Experimental Investigativa com o Estudo de Caso são estratégias pedagógicas efetivas e aceitas pelos alunos para se trabalhar o conteúdo de reagente em excesso no ensino básico.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Everton dos Reis. **Gamificação no Ensino de Química**: uma proposta para o ensino de estequiometria. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Matemática, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2021. Disponível em: <http://www2.ufac.br/mpecim/menu/dissertacoes/turma-2019/dissertacao-everton-dos-reis-araujo.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2025.
- BERNARDI, Flávia Maggioni; PAZINATO, Maurícus Selvero. O Estudo de Caso no Ensino de Química: um panorama das pesquisas na área. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Brasil, v. 5, n. 2, p. 221–236, 2022. DOI: 10.36661/2595-4520.2022v5n2.12999. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12999>. Acesso em: 30 jul. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 06 fev. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria Executiva; Secretaria de Educação Básica; Conselho Nacional de Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC; SE; SEB; CNE, 2018. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79611-anexo-texto-bncc-aprovado-em-15-12-17-pdf&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 07 de jan. 2025.
- BRITO, Ana Carla Borges; SILVA, Jonathan Barros; RAZERA, Júlio César Castilho. Os estudos de caso no ensino de ciências e as crenças de autoeficácia no processo motivacional dos alunos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 1-17, 2020.
- CAMPOS, Maria Cristina da Cunha; NIGRO, Rogério Gonçalves. **Didática de ciências**: o ensino-aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD, 1999. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8933/mod_resource/content/2/Campos%20e%20Nigro%2C%20parte%201.pdf. Acesso em: 24 jan. 2025.
- FELTRE, Ricardo. **Química**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004. v. 1. Disponível em: <https://quimicales.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/09/quimica-feltre-vol-1.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2025.
- FERNANDES, Bruna Sabrina; BIZERRA, Ayla Márcia Cordeiro. **Sequência de ensino investigativa**: um relato de experiência no ensino de química. Anais VIII CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2022. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/89498>. Acesso em: 27 jan. 2025.
- FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química**: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.
- GADOTTI, Moacir. **História das ideias pedagógicas**. São Paulo: Editora Ática, 2003. Disponível em: <https://acervo.paulofreire.org/handle/7891/2787>. Acesso em: 30 jan. 2025.
- GALVÃO, Rebeca Z.; GIBIN, Gustavo B. Atividades experimentais investigativas no ensino de química: resolução e avaliação por licenciandos em química. **Acta Scientiae**, Canoas, v.

16, n. 1, p. 133-152, 21 dez. 2018. Disponível em: <http://revistailuminart.ti.srt.ifsp.edu.br/index.php/iluminart/article/view/343>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GONÇALVES, Raquel Pereira Neves; GOI, Mara Elisângela Jappe. A experimentação investigativa no ensino de ciências na educação básica. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. I.], v. 4, n. 2, p. 207-221, 20 fev. 2019. Trimestral. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1840>. Acesso em: 07 jan. 2025.

HERREID, C.F. What makes a good case? Some Basic Rules of Good Storytelling Help Teachers Generate Student Excitement in the Classroom. **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry –logical or psychological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1n. 1, p. 9-15, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>.

KASSEBOEHMER, Ana Claudia e FERREIRA, Luiz Henrique. **Elaboração de hipóteses em atividades investigativas em aulas teóricas de química por estudantes de ensino médio**. Química Nova na Escola, n. 3, p. 158-165, 2012 . Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_3/04-RSA-15-12.pdf. Acesso em: 28 jul. 2025.

LUSTOSA, Kayron Emerson Fonseca. **Estudo de caso com uso de cenário atrelado à atividade experimental investigativa no ensino de polímeros plásticos**. 2024. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Departamento de Química Orgânica e Inorgânica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

MALHEIRO, João Manoel da Silva. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **ACTIO**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 108-127, 17 out. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/4796/3150>. Acesso em: 28 jan. 2025.

MENEZES, Jean M. S.; FARIAS, Sidilene A. Elementos do Ensino por Investigação em atividades elaboradas por licenciandos em Química. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 46, n. 2, p. 125-134, 2024. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160361>.

MENEZES, Jean Michel dos Santos; FARIAS, Sidilene Aquino de. O Desenvolvimento de Argumentação e Mobilização de Conceitos Químicos por Meio da Atividade Experimental Investigativa. **Revista Virtual de Química**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 223-233, 10 mar. 2020. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/3226>. Acesso em: 24 jan. 2025.

MONTEIRO, Paula Cavalcante; RODRIGUES, Maria Aparecida; SANTIN FILHO, Ourides. Experimentos com abordagem investigativa propostos por licenciandos em Química. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, 2017.

MORTIMER, Eduardo et al. **Matéria, Energia e Vida: uma abordagem interdisciplinar**. São Paulo: Scipione, 2020. 290 p. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/edocente->

content-production/PNLD/PNLD_2021_OBJETIVO_2/Obra-850ea517-ef02-4214-b200-1af261370d14/850ea517-ef02-4214-b200-1af261370d14.pdf. Acesso em: 29 jan. 2025.

PIRES, Diego Arantes Teixeira; BRAGA, Letícia Fernandes; SILVA, Ânderson Jésus da. Atividades experimentais investigativas para o ensino de química: uma revisão da literatura. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 11, 2024. ISSN: 2965-6672.

SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salete Linhares. **Estudo de casos no ensino de química**. 2. ed. Campinas: Átomo, (2010).

SANTOS, Livia Cristina dos; SILVA, Marcia Gorette Lima da. Conhecendo as dificuldades de aprendizagem no ensino superior para o conceito de estequiometria. **Acta Scientiae**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 133-152, abr. 2014. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/632>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SANTOS, Livia Cristina dos; DA SILVA, Márcia Gorette Lima da. O estado da arte sobre estequiometria: dificuldades de aprendizagem e estratégias de ensino. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 3205-3210, 2013. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/308303>. Acesso em: 28 jan. 2025.

SILVA, Camila Silveira; OLIVEIRA, Antonio Andrade de; FARIA, Olga Maria Mascarenhas de. **Evolução Histórica da Química**. 2. ed. São Paulo: Unesp/Redefor, 2011. 43 p. Disponível em: <http://acervodigital.unesp.br/handle/123456789/40346>. Acesso em: 30 jan. 2025.

SILVA, Diego Lopes da. **O uso da lousa digital interativa como ferramenta para o ensino de química**. 2019. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Química Licenciatura, Departamento de Química Orgânica e Inorgânica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SILVA, Lucas de Oliveira da; FERRAZ, Vinícius Gurski; BEDIN, Everton. Mangá Dr. Stone como Estratégia de Atividade Lúdica para o Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 40–55, 2023. DOI: 10.53003/redequim.v9i1.5787. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/5787>. Acesso em: 31 jul. 2025.

SOUZA, Amélia B. de; SANTOS, Anne Caroline C.; SANTANA, Joseane de A.; CRUZ, Maria Clara P. Plástico no Mar: polímeros à deriva! **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 320-329, ago. 2022. Disponível em: https://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc44_3/08-RSA-06-21.pdf. Acesso em: 07 jul. 2025.

SOUZA, Fabio Luiz de *et al.* **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. São Paulo: IMESP, 2013.

SPRICIGO, Cinthia Bittencourt. **Estudo de caso como abordagem de ensino**. (2014). Disponível em: <https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/estudo-de-caso-como-abordagem-de-ensino.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2025.

SUART, Rita de Cássia. A experimentação no ensino de Química: conhecimentos e caminhos. **Tópicos em Ensino de Química**. São Carlos: Pedro & João Editores, p. 63-88, 2014.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 8, n. 2, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4022>. Acesso em: 9 fev. 2025.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 67-80, dez. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 13 mar. 2025.

APÊNDICE A – PLANO DE AULA DA 1ª AULA



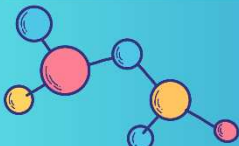
**UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ**

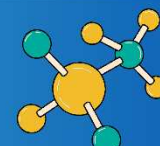
Plano de aula



EEMTI Rômulo de Castro Menezes

Série: 2º ano B	Matéria: Química	Data: 06/06/2025
Tópico: Estequiometria: Reagentes em excesso	Professor: José Evandro Rodrigues Mota	
Objetivos da aula: Introduzir os conceitos de reagente em excesso, com foco em sua definição e nos cálculos teóricos (relações entre quantidade de matéria, massa, constante de Avogadro e volume).	Habilidade específica: (EM13CNT101) - Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	
Recursos didáticos: Projetor multimídia; quadro branco; e pincel.	Conteúdo: • Revisão sobre as relações entre quantidade de matéria, massa, constante de Avogadro e volume; • Reagente em excesso.	
Metodologia: Aula expositiva dividida em 3 etapas: • Introdução (30 minutos): Inicialmente será realizada uma revisão sobre os cálculos estequiométricos, dando exemplos que envolva o cotidiano dos alunos, e sobre as relações entre quantidade de matéria, massa, constante de Avogadro e volume; • Desenvolvimento (60 minutos): Após o momento da revisão, será introduzido o conceito de reagente em excesso, explicando em quais condições é considerada, em uma reação química, que haja reagente em excesso naquele meio. Posteriormente, realizar exercícios com os alunos com o enfoque de fixar melhor o que eles aprenderam. • Conclusão (10 minutos): Ao fim do processo, haverá um momento de discussões onde os alunos serão indagados a pensar em situações em que eles viveram/vivem no cotidiano deles que envolva esse assunto de reagente em excesso.		
Avaliação: Avaliação formativa onde será avaliado a participação e engajamento durante a aula expositiva e no momento das discussões.	Referências: FONSECA, Martha Reis Marques da. Química: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.	





APÊNDICE B – SLIDE DA AULA EXPOSITIVA



Estequiometria: Reagente em excesso



Prof. Evandro Mota

1ª Etapa

1 Cálculo estequiométrico

1.1 Revisão sobre quantidade de matéria, constante de Avogadro, massa e volume;
1.2 Reagentes em excesso.

Você já seguiu alguma receita?



Receita de Brownie

Ingredientes:

- 200 g de manteiga;
- 2 xícaras de achocolatado;
- 1 xícara de farinha de trigo;
- 4 ovos;
- 1 xícara de açúcar.



Receita de Brownie

Modo de preparo:

- Em uma tigela coloque os ovos e o açúcar e bata com a ajuda de um garfo;
- Adicione a manteiga e o achocolatado em pó;
- Misture tudo e depois adicione a farinha de trigo;
- Mexa a massa até que fique homogênea;
- Despeje a massa em uma forma untada com achocolatado em pó;
- Leve para assar em forno pré-aquecido a 180 °C por 35 minutos.

O que acontece se eu mudar a receita?



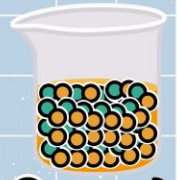
Considerando as diferenças entre a culinária e a Química, ambos possuem o mesmo problema quando proporcionamos uma reação de substâncias para obter um produto:

as substâncias reagem e formam produtos em uma proporção específica.

Cálculos teóricos

Esse cálculo pode ser feito em termos de **quantidade de matéria (n)**, de número de moléculas ou de fórmulas unitárias ($N = 6,022 \cdot 10^{23}$), de massa ou de volume das substâncias envolvidas, e baseia-se nos coeficientes da equação química correta e balanceada.

$6,022 \cdot 10^{23}$ moléculas ou 1 mol



1 molécula

Relações entre quantidades de matéria

Imagine a seguinte questão: qual a **quantidade de matéria** de álcool etílico, $C_2H_6O_{(l)}$, que deve reagir para **fornecer 12 mol de gás carbônico** (supondo reação de combustão completa)?

$$1 C_2H_6O_{(l)} + 3 O_{2(g)} \rightarrow 2 CO_{2(g)} + 3 H_2O_{(v)}$$

$$1 \text{ mol} \rightarrow 2 \text{ mol}$$

$$X \rightarrow 12 \text{ mol}$$

$$X = \frac{1 \text{ mol} \cdot 12 \text{ mol}}{2 \text{ mol}}$$

$$X = 6 \text{ mol}$$

Relações entre massas

Imagine a seguinte questão: Qual a **massa** de $O_{2(g)}$ necessária para queimar completamente 161 g de etanol, $C_2H_6O_{(l)}$?

$$1 C_2H_6O_{(l)} + 3 O_{2(g)} \rightarrow 2 CO_{2(g)} + 3 H_2O_{(v)}$$

$$1 \cdot 46 \text{ g} \rightarrow 3 \cdot 32 \text{ g} \quad 2 \cdot 44 \text{ g} \quad 3 \cdot 18 \text{ g}$$

$$46 \text{ g} \rightarrow 96 \text{ g} \quad 88 \text{ g} \quad 54 \text{ g}$$

$$161 \text{ g} \rightarrow X$$

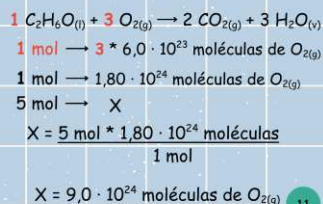
$$X = \frac{161 \text{ g} \cdot 96 \text{ g}}{46 \text{ g}}$$

$$X = 336 \text{ g de } O_{2(g)}$$

Relações entre quantidades de matéria e constante de Avogadro

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ ou } \approx 6,0 \cdot 10^{23}$$

Imagine a seguinte questão: quantas moléculas de gás oxigênio são consumidas na combustão de 5 mol de álcool etílico, $C_2H_6O_{(l)}$?



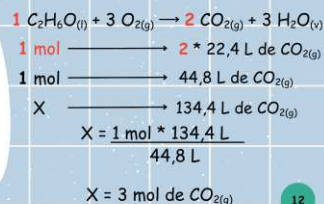
Fonte: FONSECA, Martha Reis Marques da. Química: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

Relações entre quantidades de matéria e volume

$$CNTP_{(T=0^\circ C; P=1 \text{ atm})} = 22,4 \text{ L}$$

1 mol de moléculas = 1 volume molar da substância

Imagine a seguinte questão: qual a quantidade de matéria de álcool etílico necessária para liberar 134,4 L de gás carbônico em sua combustão, feita nas condições da CNTP?



Fonte: FONSECA, Martha Reis Marques da. Química: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

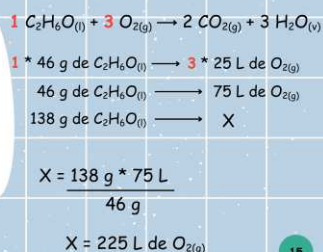
Reagentes em excesso

Vimos que as substâncias reagem rigorosamente dentro da proporção indicada pelos coeficientes da reação corretamente balanceada.

Se houver qualquer quantidade em excesso de reagente, o mesmo não vai participar da reação e deverá ser desprezado.

Reagentes em excesso

Imagine a seguinte questão: uma massa de álcool etílico, $C_2H_6O_{(l)}$ igual a 138 g foi posta para queimar na presença de 220 L de $O_{2(g)}$, em condições ambientes (1 atm e 25°C). Qual o volume de $CO_{2(g)}$ liberado e a quantidade em excesso, se houver?

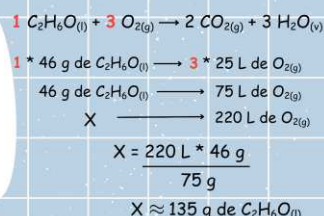


MM $C_2H_6O_{(l)} = 46 \text{ g mol}^{-1}$;
 $V_{\text{molar}} = 25 \text{ L mol}^{-1}$

Fonte: FONSECA, Martha Reis Marques da. Química: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

Reagentes em excesso

Imagine a seguinte questão: uma massa de álcool etílico, $C_2H_6O_{(l)}$ igual a 138 g foi posta para queimar na presença de 220 L de $O_{2(g)}$, em condições ambientes (1 atm e 25°C). Qual o volume de $CO_{2(g)}$ liberado e a quantidade em excesso, se houver?



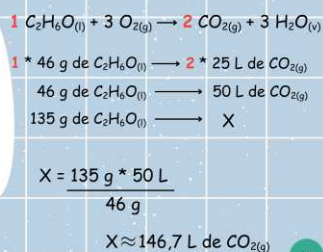
MM $C_2H_6O_{(l)} = 46 \text{ g mol}^{-1}$;
 $V_{\text{molar}} = 25 \text{ L mol}^{-1}$

Excesso = 138 g - 135 g = 3 g de $C_2H_6O_{(l)}$

Fonte: FONSECA, Martha Reis Marques da. Química: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

Reagentes em excesso

Imagine a seguinte questão: uma massa de álcool etílico, $C_2H_6O_{(l)}$ igual a 138 g foi posta para queimar na presença de 220 L de $O_{2(g)}$, em condições ambientes (1 atm e 25°C). Qual o volume de $CO_{2(g)}$ liberado e a quantidade em excesso, se houver?



MM $C_2H_6O_{(l)} = 46 \text{ g mol}^{-1}$;
 $V_{\text{molar}} = 25 \text{ L mol}^{-1}$

Fonte: FONSECA, Martha Reis Marques da. Química: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

Obrigado

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE C – PLANO DE AULA DA 2ª AULA



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

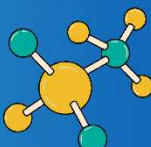
Plano de aula



EEMTI Romeu de Castro Menezes

Série: 2º ano B	Matéria: Química	Data: 13/06/2025
Tópico: Estequiometria: Reagentes em excesso	Professor: José Evandro Rodrigues Mota	
Objetivos da aula: Abordar o conteúdo de Reagente em excesso com o uso da metodologia de Atividade Experimental Investigativa.	Habilidade específica: (EM13CNT101) - Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	
Recursos didáticos: Quadro branco, pincel, roteiro de atividade investigativa impresso, balão de látex, Vinagre, Bicarbonato de Sódio, garrafa de vidro.	Conteúdo: Reagente em excesso aplicado na metodologia de Atividade Experimental Investigativa.	
Metodologia: Aula expositiva dividida em 3 etapas: Introdução (30 minutos): Inicialmente será solicitado que os alunos se dividam em grupos de 4 a 5 integrantes. Após a escolha das equipes, será realizada uma leitura do Estudo de Caso para poder dar início a metodologia; Desenvolvimento (60 minutos): Após o momento da leitura do caso, os alunos irão, em cada grupo, realizar a suas leituras do roteiro até a resolução do pré-laboratório e na criação das hipóteses. Terminado esse processo, serão levados 4 grupos por vez para o Laboratório de Ciências, onde será realizada a leitura do momento da prática e será realizada tal como é descrita no roteiro. Após o momento da prática, os alunos deverão responder o pós-laboratório em sala e desenvolver um pequeno texto sobre como eles explicariam a Catarina o que aconteceu com o seu peixinho. Conclusão (10 minutos): Ao fim do processo, cada um dos alunos irão responder um questionário de percepção da metodologia afim de se entender as potencialidades e fragilidades dessa metodologia.		
Avaliação: Avaliação formativa onde será avaliado a participação e engajamento durante a aula experimental e no momento das discussões entre os grupos e uma avaliação somativa que será sobre o roteiro da atividade e do questionário de percepção.	Referências: FONSECA, Martha Reis Marques da. Química: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.	





APÊNDICE D – ESTUDO DE CASO: O PEIXE-BAIACU DE VINAGRE E BICARBONATO



Estudo de Caso

O Peixe-Baiacu de Vinagre e Bicarbonato



Certo dia, Catarina, uma estudante do primeiro ano do ensino médio, estava na aula de Química sobre Estequiometria. Sua professora, Karol, comentou que todas as reações devem seguir proporções definidas para que aconteçam de forma eficiente, caso contrário, podem haver reagentes limitantes e reagente em excesso, no meio. Catarina não entendeu muito bem do que se tratava esse conceito e como isso seria aplicado no seu cotidiano, principalmente, a parte de reagente limitante e em excesso.

Ao chegar em casa, ela ficou navegando pelas redes sociais, quando acabou se deparando com um vídeo que demonstrava uma reação do Bicarbonato de Sódio com o Vinagre. Ambos eram colocados dentro de um balão de látex, o qual estava caracterizado como um Peixe-Baiacu. A pessoa que estava gravando o conteúdo, bateu com força no balão e ele começou a inflar, fazendo a analogia ao animal.

O balão infla parecido com o peixe. Mas eles possuem uma diferença, o balão infla por resultado de uma reação química. Já no peixe, esse fenômeno é biológico. Ele se infla de ar, para afastar os predadores.

Ao término do experimento, o apresentador do vídeo abriu o balão para mostrar o que havia dentro. Só restava água. Catarina achou aquilo muito interessante e comentou com suas amigas, Maria, Beatriz e Letícia no outro dia na escola. Ela achou interessante aquele experimento e queria refazer o procedimento em casa, da mesma forma do vídeo.

Ao chegar em casa, ela foi reproduzir o experimento da mesma forma do vídeo que ela viu. Pegou um balão, desenhou nele a silhueta do peixe baiacu, colocou o bicarbonato dentro do balão e um saquinho com vinagre, fez um nó no balão e bateu em cima e o que se esperava aconteceu, o balão inflou.

Ao final do experimento, Catarina foi abrir o seu balão para ver como estava por dentro e pôde perceber que restou além de água dentro do balão, um pouco de sal. Ela ficou bastante curiosa e com muitas dúvidas, porque sobrou sal na reação dela e não aconteceu da mesma forma que no vídeo.

Imagine que vocês são colegas de classe de Catarina. Ajudem Catarina a descobrir o que aconteceu para que sobrasse sal no final da reação do peixinho dela.

APÊNDICE E – ROTEIRO DA ATIVIDADE INVESTIGATIVA



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ



Atividade Investigativa

A Ciência Inflável: Explorando Reações Químicas com o Peixe-Baiacu de Vinagre e Bicarbonato



Nomes: _____

Professor: Evandro Mota **Data:** ____ / ____ / ____



Estudo de Caso

O Peixe-Baiacu de Vinagre e Bicarbonato



Certo dia, Catarina, uma estudante do primeiro ano do ensino médio, estava na aula de Química sobre Estequiometria. Sua professora, Karol, comentou que todas as reações devem seguir proporções definidas para que aconteçam de forma eficiente, caso contrário, podem haver reagentes limitantes e reagente em excesso, no meio. Catarina não entendeu muito bem do que se tratava esse conceito e como isso seria aplicado no seu cotidiano, principalmente, a parte de reagente limitante e em excesso.

Ao chegar em casa, ela ficou navegando pelas redes sociais, quando acabou se deparando com um vídeo que demonstrava uma reação do Bicarbonato de Sódio com o Vinagre. Ambos eram colocados dentro de um balão de látex, o qual estava caracterizado como um Peixe-Baiacu. A pessoa que estava gravando o conteúdo, bateu com força no balão e ele começou a inflar, fazendo a analogia ao animal.

O balão infla parecido com o peixe. Mas eles possuem uma diferença, o balão infla por resultado de uma reação química. Já no peixe, esse fenômeno é biológico. Ele se infla de ar, para afastar os predadores.

Ao término do experimento, o apresentador do vídeo abriu o balão para mostrar o que havia dentro. Só restava água. Catarina achou aquilo muito interessante e comentou com suas amigas, Maria, Beatriz e Letícia no outro dia na escola. Ela achou interessante aquele experimento e queria refazer o procedimento em casa, da mesma forma do vídeo.

Ao chegar em casa, ela foi reproduzir o experimento da mesma forma do vídeo que ela viu. Pegou um balão, desenhou nele a silhueta do peixe baiacu, colocou o bicarbonato dentro do balão e um saquinho com vinagre, fez um nó no balão e bateu em cima e o que se esperava aconteceu, o balão inflou.

Ao final do experimento, Catarina foi abrir o seu balão para ver como estava por dentro e pôde perceber que restou além de água dentro do balão, um pouco de sal. Ela ficou bastante curiosa e com muitas dúvidas, porque sobrou sal na reação dela e não aconteceu da mesma forma que no vídeo.

Imagine que vocês são colegas de classe de Catarina. Ajudem Catarina a descobrir o que aconteceu para que sobrasse sal no final da reação do peixinho dela.

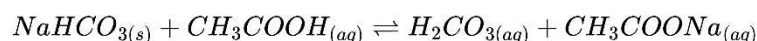
INFORMAÇÕES IMPORTANTES

Como vimos no caso vivenciado por Catarina, depois de reproduzir o experimento em casa, ela se deparou com um problema relacionado a presença de um sal, até então de origem desconhecida, dentro do balão. Suas amigas, na tentativa de ajudá-la, pediram para que ela fosse procurar a equação química que descreve essa reação para tentar entender o que de fato acontece.

Para entender melhor o que aconteceu, devemos relembrar de algumas informações e conceitos. Devemos lembrar que, na Estequiometria, quando uma reação se processa por completo, a massa dos produtos gerada é igual a massa dos reagentes utilizada. Todavia, nos casos em que essas proporções não sejam devidamente respeitadas, deve haver a presença de reagente limitante e de reagente em excesso.

Olhando agora para os componentes da reação do caso lido, temos o Bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e o Vinagre, que normalmente apresenta uma porcentagem de 4,0 % de Ácido acético (CH_3COOH).

O Bicarbonato de Sódio e o ácido presente no Vinagre, quando misturados, acabam formando água e ácido carbônico como produtos. Esse ácido carbônico irá se dissociar em água, liberando gás carbônico (CO_2), também conhecido como Dióxido de carbono. As equações químicas abaixo descrevem melhor esse processo.



O Bicarbonato de Sódio e o Vinagre que foram usados no caso, são produtos comerciais bastante comuns. O Bicarbonato de Sódio pode ser comprado em farmácia e está presente na composição de produtos de higiene pessoal, como por exemplo, em pasta de dente. Já o Vinagre é utilizado na alimentação, por exemplo, para temperar a salada.

PRÉ-LABORATÓRIO

Antes de começarmos o experimento, devemos responder algumas perguntas.

01) O que você espera observar ao misturar o Bicarbonato de Sódio com Vinagre? Explique sua resposta.

02) Qual é o gás liberado na reação do Bicarbonato de Sódio com Vinagre?

03) Por que é importante manter a proporção correta das quantidades dos reagentes em sua reação? O que pode acontecer se houver excesso de um deles?

AGORA, VAMOS PENSAR!!!

Com base nos conhecimentos adquiridos, formulem **DUAS HIPÓTESES** do que aconteceu com o peixinho de balão da Catarina.

MOMENTO DA PRÁTICA

Agora que vocês já estão por dentro do caso de Catarina e já construíram suas hipóteses para tentar explicar o problema, vamos fazer a mesma reação de uma forma diferente.

MATERIAIS UTILIZADOS

- 2 Frascos de vidro de 1 Litro;
- 2 balões de látex;
- Bicarbonato de Sódio;
- Vinagre (Solução de Ácido Acético 4,0 %).

PARTE EXPERIMENTAL

Em sua frente, há dois recipientes contendo um volume definido de Vinagre, ambos com concentração de Ácido Acético conhecida. No balão, há uma massa de Bicarbonato de Sódio conhecida.

Despeje ao mesmo tempo, nos dois frascos, o Bicarbonato de Sódio que se encontra dentro do balão, no frasco contendo o Vinagre. Observe atentamente o que irá acontecer.

Reserve o espaço abaixo para escrever suas observações sobre o que aconteceu com o frasco 1 e 2.



Logo abaixo temos uma tabela onde contém o volume de Vinagre usado e a massa de Bicarbonato de Sódio que estava no balão. Calculem o número de mols de Bicarbonato de Sódio de cada balão (considere a massa molar do Bicarbonato de Sódio sendo 84 g mol^{-1}). Compare com a quantidade de mols de Ácido Acético e determine qual é o reagente em excesso em cada frasco.

Frasco	Massa de Bicarbonato de Sódio (g)	Número de mols de Bicarbonato de Sódio (mol)	Volume de Vinagre (4,0 %) (mL)	Número de mols de Ácido Acético (mol)	Reagente em excesso
1	3,0		40,0	0,020	
2	3,0		70,0	0,035	

Utilize esse espaço como rascunho.

PÓS-LABORATÓRIO

Após o término do experimento, discutam entre os integrantes da equipe para responder as perguntas descritas logo abaixo.

01) No momento em que a reação ocorreu, foi observado o surgimento de bolhas e o balão inflou. Conversem no grupo e tentem explicar o que pode ter acontecido para esse fenômeno ter ocorrido.

02) Foi possível visualizar, ao final do experimento, alguma quantidade de sal dentro do frasco? Tentem explicar esse resultado.

03) Com base nas observações apresentadas e discutidas nas perguntas anteriores, qual é o sal que resta no frasco ao final do experimento? Explique.

Após o experimento realizado, as hipóteses que a equipe formulou, acerca do problema apresentado por Catarina (a presença de sal ao final do experimento), foram confirmadas: *sim* ou *não*? Explique.

Elabore um pequeno texto para Catarina, ajudando-a a descobrir o que aconteceu com seu peixinho.

APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DE ATIVIDADE

Questionário de Percepção

Caro aluno, o questionário da qual você está prestes a responder se trata da sua percepção sobre a atividade realizada. As respostas variam de 1 a 5, onde 1 significa **discordo totalmente** e 5 **concordo totalmente**.

01) Consegui compreender o problema de Catarina no Estudo de Caso estudado.

☐	☐	☐	☐	☐
1	2	3	4	5

02) Consegui formular hipóteses adequadas para o problema apresentado.

☐	☐	☐	☐	☐
1	2	3	4	5

03) Senti-me motivado em investigar o que me foi proposto para resolver o problema do Estudo de Caso.

☐	☐	☐	☐	☐
1	2	3	4	5

04) A Atividade Experimental me ajudou na solução do problema do Estudo de Caso.

☐	☐	☐	☐	☐
1	2	3	4	5

05) A atividade me ajudou a compreender melhor os conceitos de reagente limitante e reagente em excesso.

☐	☐	☐	☐	☐
1	2	3	4	5

06) Fale dos pontos fracos e pontos fortes da atividade realizada.
