

## Dificuldades conceituais de estudantes do ensino médio em relação ao balanceamento de equações químicas

### Conceptual difficulties of high school students in relation to balancing chemical equations

Poliana de Sousa Carvalho<sup>1</sup>  
Luciana de Lima<sup>2</sup>

#### Resumo

O processo de Balanceamento de Equações Químicas é relevante para a aprendizagem de Química, pois envolve aspectos próprios de sua linguagem. Além disso, são representadas em três níveis básicos de conhecimento o que torna o processo de aprendizagem desafiador. O trabalho tem como objetivo analisar as principais dificuldades conceituais apresentadas por estudantes do Ensino Médio sobre o conteúdo Balanceamento de Equações Químicas. A pesquisa foi desenvolvida com uma turma do 1º ano do Ensino Médio, em uma escola da rede Estadual de Educação do Piauí, participando 15 sujeitos. A coleta de dados ocorreu com a aplicação de um questionário composto por 37 perguntas. Trata-se de uma pesquisa quanti-qualitativa, com interpretação direta das informações apresentadas pelos sujeitos participantes da pesquisa, a partir da Análise Textual Discursiva (ATD). Resultados mostram que a grande maioria dos estudantes apresentam dificuldades significativas nos conceitos de coeficientes estequiométricos e Balanceamento de Equações.

**Palavras-chave:** Aprendizagem; Equação química; Estequiometria; Química; Reação química.

#### Abstract

The process of Balancing Chemical Equations is relevant for learning Chemistry, as it involves aspects specific to its language. Furthermore, they are represented in three basic levels of knowledge, which makes the learning process challenging. The aim of the work is to analyze the main conceptual difficulties presented by high school students regarding the Balancing of Chemical Equations content. The research was developed with a 1st year high school class, at a school in the Piauí State Education network, with 15 subjects participating. Data collection occurred with the application of a questionnaire consisting of 37 questions. This is quantitative-qualitative research, with direct interpretation of the information presented by the subjects participating in the research, based on Discursive Textual Analysis (DTA). Results presented show that the vast majority of students have significant difficulties in the concepts of stoichiometric coefficients and Equation Balancing.

**Keywords:** Learning; Chemical equation; Stoichiometry; Chemical; Chemical reaction.

<sup>1</sup> Mestranda no Programa de Pós Graduação em Tecnologia Educacional pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Pós-graduação em Metodologia do Ensino de Química pela Faculdade Venda Nova do Imigrante (FAVENI). Professora Celetista da Rede Estadual de Educação do Piauí. E-mail: [poliana\\_sousa05@hotmail.com](mailto:poliana_sousa05@hotmail.com)

<sup>2</sup> Doutora em Educação pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da (UFC). Professora Associada da Universidade Federal do Ceará (UFC), onde atua como docente no Mestrado Profissional de Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) e no Mestrado Profissional em Tecnologia Educacional (PPGTE). É líder do Grupo de Pesquisa Tecnodocência cadastrado no Diretório do CNPq. E-mail: [Luciana@virtual.ufc.br](mailto:Luciana@virtual.ufc.br)

## 1. Introdução

No Ensino Médio, o processo de Balanceamento de Equações Químicas é relevante para a aprendizagem de Química e envolve aspectos próprios de sua linguagem, uma vez que as Reações Químicas são representadas em três níveis básicos de conhecimento: o descritivo e funcional (macroscópico), que está relacionado a fenômenos que podem ser observados e descritos, sendo perceptíveis aos sentidos humanos; o simbólico (representacional) que relaciona-se à representação das entidades elementares através de fórmulas e equações matemáticas; e o submicroscópico (explicativo) que relaciona-se às interações atômico-moleculares (JOHNSTONE, 1993; DUARTE, 2020).

Essa organização do conhecimento químico torna o processo de aprendizagem desafiador, pois, segundo Johnstone (1993), a aprendizagem só acontece se o sujeito conseguir transitar entre os três níveis do conhecimento, sendo o alto grau de abstração uma das maiores dificuldades relacionadas à aprendizagem do conteúdo em questão, especialmente quando se trata do nível submicroscópico, uma vez que o sujeito precisa identificar átomos e moléculas da equação (SILVA, SGARBOSA; AGOSTINI, 2016).

Atrelado a essas dificuldades relacionadas às linguagens próprias do conteúdo, existe outro agravante que é a quantidade de conceitos envolvidos no conteúdo de Balanceamento de Equações Químicas. Nessa perspectiva, Fernandes e Gregório (2021) relatam sobre a existência de dificuldades na aprendizagem de conceitos Químicos, o que tem contribuído significativamente para a ausência de compreensão desses conceitos e suas aplicações.

Diante das problemáticas aqui expostas, a pesquisa justifica-se a partir da necessidade de identificar as dificuldades conceituais dos sujeitos em relação ao conteúdo de Balanceamento de Equações Químicas. Visto que se trata de um conteúdo relevante na disciplina de Química, mas que apresenta um alto grau de abstração e complexidade, apresentando dessa maneira dificuldades relacionadas à compreensão do conteúdo por parte dos estudantes. Busca-se responder a seguinte questão norteadora: “Quais dificuldades conceituais os estudantes do Ensino Médio apresentam sobre o conteúdo de Balanceamento de Equações Químicas?”. Assim, a presente pesquisa tem como objetivo analisar as principais dificuldades conceituais

apresentadas por estudantes do Ensino Médio sobre o conteúdo de Balanceamento de Equações Químicas.

## 2. Balanceamento de equações químicas

A seguir são apresentados os principais conceitos que fundamentam as bases teóricas dessa pesquisa.

### 2.1 Definição de Reação e Equações Químicas

O conceito de balanceamento de equações químicas está diretamente relacionado ao cenário de uma Reação Química. O estudo das Reações Químicas é fundamental para a disciplina de Química, pois contribui para o desenvolvimento de habilidades importantes para o entendimento da disciplina, construindo assim, um pilar para a compreensão da maneira como se organizam e produzem conhecimentos químicos (MENEZES; NUNES, 2018).

De forma simplificada, Gewandsznajder (2013) entende as Reações Químicas como a mistura de determinadas substâncias cuja combinação gera produtos diferentes dos materiais iniciais. Para os referidos autores, algumas características permitem a identificação de uma reação, sendo elas: “mudança de cor, aumento da temperatura, formação de gases, liberação de luz e precipitação de sólidos” (GEWANDSZNAJDER, 2013, p. 148). Em acréscimo, Fonseca (2016) compreende as Reações Químicas como rearranjos de átomos compostos por reagentes e produtos. Quando os reagentes se transformam em produtos a substância modifica. No entanto, em termos de quantidade, os átomos que estavam presentes nos reagentes permanecem os mesmos nos produtos, respeitando assim a lei da conservação das massas.

Uma reação química, segundo Atkins, Jones e Leverman (2018) pode ser simbolizada por “Reagentes  $\rightarrow$  Produtos”, isto é, reagentes convertendo-se em produtos. É possível representar também uma reação química através das fórmulas químicas das respectivas substâncias que participam do processo. Essa representação recebe o nome de equação simplificada, visto que mostra as identidades dos produtos e reagentes em termos de fórmulas químicas de forma resumida.

Para que uma Reação Química siga a lei de conservação das massas é preciso que as fórmulas químicas de uma equação simplificada sejam multiplicadas por

fatores que igualem o número de átomos em cada lado da seta. Assim, quando a quantidade de átomos (elementos químicos) for equivalente tanto nos produtos quanto nos reagentes, diz-se que a expressão resultante está balanceada e esta é chamada de Equação Química (OLIVEIRA, SCHLÜNZEN JUNIOR; SCHLUNZEN, 2013; ATKINS, JONES; LAVERMAN, 2018).

Em outras palavras, uma Equação Química é uma expressão matemática que traz identidade e quantifica as substâncias dos reagentes e produtos em uma Reação Química, exibindo proporção molar (relação constante entre o número de mols dos reagentes e produtos) exata destes, tendo como base a lei de conservação das massas (FONSECA, 2016; SUJAK; DANIEL, 2017).

## **2.2 Definição de balanceamento de equações químicas e sua relação com o cálculo estequiométrico**

O conteúdo Balanceamento de Equações Químicas é considerado por Jesus (2015) como um pilar para a produção do conhecimento Químico. Esse aspecto está diretamente relacionado ao fato da ausência do conhecimento do Conteúdo Balanceamento de Equações Químicas impedir a compreensão de outros conteúdos relacionados à Química, como o Cálculo Estequiométrico, por exemplo. Esse tipo de cálculo é uma fração da Química responsável pelo estudo da quantidade de matérias que são incluídas em uma Reação Química (COSTA; SOUZA, 2013). Segundo os autores, para que aconteça a compreensão do Cálculo Estequiométrico é necessário saber identificar a quantidade de uma:

Substância em massa, número de mols, em volume de líquido, em volume de gás nas diversas condições de temperatura e de pressão e em volume de solução aquosa. A interpretação correta de uma equação de reação química é fundamental para o estudo dos cálculos que determinam as quantidades de substâncias envolvidas (COSTA; SOUZA, 2013, p.109).

Diante da compreensão das diversas variáveis que o Cálculo Estequiométrico incorpora, como número de mols, volume, temperatura, pressão, dentre outros, cabe ressaltar que para compreensão do referido conteúdo é necessário ter domínio do conteúdo sobre Balanceamento de Equações Químicas, uma vez que consiste em igualar reagentes e produtos, ou seja igualar massa, volume, átomos (FONSECA, 2016). Em acréscimo, Pereira (2022, p. 9) associa o fato do Balanceamento de Equações Químicas ser essencial para o Cálculo Estequiométrico, devido sua

capacidade de “converter relações em mol para as grandezas através da massa molar, para o caso de relações em massa, ou volume molar, para relações em volume”.

Além de ser relevante para o conteúdo de Cálculo Estequiométrico, o Balanceamento de Equações Químicas auxilia na compreensão de outros conteúdos, como: Equilíbrio Químico e Eletroquímica. Para Atkins e Jones (2012), o Equilíbrio Químico é considerado a fase em que uma Reação Química não consegue alterar sua composição como pressão, reagentes e produtos, fazendo com que estes permaneçam constantes. Esse conteúdo tem uma forte relação com o Balanceamento de Equações Químicas, pois, segundo Souza et al. (2017, p.74), antes de realizar um cálculo envolvendo os dados abordados no problema, é preciso realizar “o balanceamento da equação química que representa a situação de equilíbrio químico”.

No conteúdo de Eletroquímica, as dificuldades estão diretamente relacionadas ao envolvimento de outros conceitos, como o de Reações Químicas, Balanceamento de Equações e propriedades periódicas (SILVA; FERRI, 2020). O exposto pelos autores enfatiza a necessidade do domínio do Balanceamento, pois ele é indispensável para a compreensão de outros conteúdos, conforme apresentado.

### **2.3 Conceitos envolvidos no estudo do Balanceamento de Equações Químicas**

O estudo do conteúdo de Balanceamento de Equações Químicas envolve a compreensão de vários conceitos, dentre os principais destaca-se: conceito de átomos, moléculas, Equações e Reações Químicas, tipos de equações, coeficiente estequiométrico, reagentes e produtos. O entendimento desses conceitos é relevante para a aprendizagem do referido conteúdo, pois todos são englobados de forma direta na realização do balanceamento das equações.

Os átomos são compreendidos como “a menor partícula de um elemento que tem as propriedades químicas do elemento químico. Uma espécie eletricamente neutra formada por um núcleo e seus elétrons” (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018, p. 2). São responsáveis por facilitar a compreensão dos fenômenos e propriedades dos materiais, além de terem fundamental importância, sendo um dos mais relevantes para o ensino de Química. Dessa forma, o conceito de átomo é tão importante que é impossível pensar-se nessa Ciência sem associá-la a esse conceito (CHAVES, 2023; PEREIRA, SILVA, 2018).

Outro conceito bastante presente nos conteúdos de Química, são os das moléculas, que são compreendidas como “um grupo definido, distinto, eletricamente neutro de átomos ligados” (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018, p. 20). Assim como os átomos, esse conceito é considerado como estruturador e permeia todo o ensino de Química. Dessa maneira, sua compreensão torna-se indispensável no estudo dessa Ciência (WARTHA et al., 2010).

Além da compreensão de átomos e moléculas que são indispensáveis no estudo da Química, outras definições devem ser compreendidas para um bom desempenho no conteúdo de Balanceamento de Equações Químicas. Tal qual o coeficiente estequiométrico, entendido como “números que indicam a proporção de átomos que participam da reação” (GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2018, p.150), eles antecedem as fórmulas que representam as espécies químicas envolvidas na reação, possuem valores inteiros; quando seu valor é 1, são omitidos. Além disso, eles seguem uma perspectiva matemática, baseada em um raciocínio simples sobre quantidades de elementos que se organizam de diversas formas (FERNANDES, 2014; FÊMINA et al., 2021).

A compreensão dos reagentes e produtos é um dos pontos importantes para o entendimento das Reações Químicas, uma vez que são responsáveis por, respectivamente “uma substância ou solução que reage com outras” (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018, p. 26) e “espécie formada em uma reação química” (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018, p. 24). Observa-se que a organização das Reações Químicas, são determinadas pelos reagentes e produtos, dessa forma é indispensável a compreensão desses conceitos.

### 3. Metodologia

A presente pesquisa é classificada como quanti-qualitativa, pelo fato de exigir duas abordagens diferentes sendo a quantitativa e qualitativa, permitindo dessa maneira um enfoque misto. Para Gil (2008) trata-se de um estudo com a finalidade de oferecer uma visão geral, de forma aproximada, sobre um fato específico.

Foi desenvolvido com uma turma do 1º ano do Ensino Médio, em uma escola da rede Estadual de Educação do Piauí localizada na cidade de Simões, participando um total de 15 sujeitos com faixa etária entre 15 e 18 anos. A coleta de dados ocorreu com a aplicação de um questionário composto por 37 perguntas. Desse total, 10 são

do tipo personográficas, através delas obteve-se informações pessoais dos estudantes; as outras 27 questões são conceituais. Por meio delas buscou-se identificar o que eles sabem a respeito de alguns conceitos relacionados ao conteúdo de Balanceamento de Equações Químicas, geralmente estudado no 1º ano do Ensino Médio e relevante para os conteúdos de Química das próximas séries do Ensino Médio. O questionário foi aplicado no dia 22/08/2023 de forma impressa, individual e sem consulta e teve duração de 55 minutos.

A análise dos dados da pesquisa ocorreu por meio da interpretação direta das informações apresentadas pelos sujeitos participantes do questionário, a partir da Análise Textual Discursiva (ATD). Moraes e Galiazzi (2006, p. 118) definem a ATD como “análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso”. Segundo os autores, a ATD é uma ferramenta aberta que estimula o usuário a conviver com uma abordagem que o coloca constantemente em contato com a construção/reconstrução de seus caminhos de análise de dados. Subdivide-se em cinco etapas: unitarização, categorização, descrição, interpretação e argumentação.

Para este trabalho, optou-se por apresentar apenas os resultados da categoria denominada “Balanceamento de Equações Químicas”. Nessa categoria são abordados os conceitos e definições de Balanceamento de Equações Químicas e Coeficiente Estequiométrico.

A presente pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Ceará (UFC) e, após análise, foi aceito sob parecer consubstanciado de nº 5.911.837. A submissão buscou atender aos requisitos éticos necessários para a realização dessa pesquisa, com a aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido junto aos responsáveis e a aplicação do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido junto aos estudantes participantes da pesquisa. Foram analisados somente os dados em que houve consentimento e assentimento. Para preservar a identidade dos estudantes utilizam-se os termos compostos pela letra maiúscula “A” com a adição de um número que segue a ordem de devolução dos questionários respondidos pelos estudantes.

#### 4. Resultados e Discussão

Os resultados apresentados são referentes a 4 das 27 questões aplicadas no questionário, as perguntas selecionadas fazem parte da categoria Balanceamento de Equações Químicas (Quadro 1). As perguntas escolhidas buscam entender como os estudantes definem e identificam o balanceamento das equações químicas e os coeficientes estequiométricos.

**Quadro 1** – Apresentação das 4 perguntas abordadas na presente pesquisa

CONCEITO	IDENTIFICAÇÃO
1. O que é Balanceamento de Equações Químicas?	2. A Reação abaixo se encontra balanceada? $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ ( ) sim ( ) não
3. O que é coeficiente estequiométrico?	4. Quais coeficientes estequiométricos foram utilizados para balancear a equação abaixo? Circule-os. $4 \text{Fe} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3$

**Fonte:** elaborado pelos autores (2024).

Observa-se que as perguntas selecionadas abordam tanto a conceituação quanto a identificação do conteúdo, com isso surge a necessidade de uma abordagem quantitativa para obter uma visão mais completa das dificuldades conceituais.

Em relação à primeira pergunta “O que é Balanceamento de Equações Químicas?”, constatou-se que os estudantes apresentaram dificuldade na definição com um total de 100% dos participantes afirmando não conseguir defini-la. As respostas fornecidas variaram entre “não sei” (A4); “nunca ouvi falar” (A6); e, “Não lembro” (A8).

No que se refere ao conteúdo Balanceamento de Equações Químicas, compreende-se que a apresentação de dificuldades por parte dos sujeitos é comum, uma vez que o conteúdo em questão é considerado abstrato e complexo. Além disso, ainda existe a presença de conteúdos matemáticos o que acaba contribuindo significativamente para o não entendimento do assunto (GRAÇA et al., 2016; MENDES, SANTANA; PESSOA JUNIOR, 2015).

Para Cedran et al. (2020), a compreensão do conteúdo Balanceamento de Equações Químicas torna-se complexa pelo fato de envolver muitos conceitos, fórmulas e estruturas químicas. Sendo assim, o assunto exige um alto nível de concentração e criatividade para se tornar significativo ao estudante. Além disso, exige dos estudantes um “pensamento sistemático, noções de proporcionalidade dos



elementos, bem como a execução de cálculos matemáticos” (BARRETO et al., 2017, p. 94). Nessa perspectiva, Graça et al. (2016) enfatizam que somente uma pequena parcela dos estudantes consegue compreender como acontece o Balanceamento das Equações Químicas, apontando a necessidade de desenvolvimento de métodos de ensino que sejam capazes de alcançar um maior número de estudantes.

Ainda em relação as problemáticas associadas à compreensão do conteúdo, os autores Mendes, Santana e Pessoa Júnior (2015) apontam outro aspecto relevante que se refere ao momento em que os sujeitos estão vivendo. Segundo os autores supracitados, este conteúdo é apresentado aos alunos na fase da adolescência, que é compreendida como um momento difícil para a compreensão de conteúdos tão abstratos, uma vez que esses sujeitos estão vivendo uma transição para a fase adulta.

Com o intuito de melhor compreender o grau de dificuldade dos estudantes no que se refere ao conteúdo Balanceamento de Equações Químicas, solicitou-se que identificassem se a Equação Química a eles apresentada estava balanceada de forma correta: “2. A Reação abaixo se encontra balanceada?  $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$  ( ) sim ( ) não”.

Os resultados obtidos na identificação das equações balanceadas foram os mesmos fornecidos na definição, ou seja, 100% dos estudantes demonstraram não saber identificar uma equação balanceada ou não. Apesar do resultado não ser satisfatório, era esperado, visto que os estudantes parecem não apresentar conhecimento conceitual acerca do conteúdo em questão.

No entanto, nem sempre esse fenômeno ocorre. Duarte (2020) compreende que é possível os estudantes identificarem as equações balanceadas, mesmo sem compreender seu conceito. Segundo o autor, muitas vezes os estudantes “conseguem balancear reações e até mesmo identificar a quantidade de átomos presentes nas fórmulas químicas, mas não compreendem o seu significado” (DUARTE, 2020, p. 183).

No que diz respeito aos resultados obtidos, os estudantes não conseguiram identificar o balanceamento, enfatizando a presença de grandes dificuldades relacionadas ao entendimento do conceito. De acordo com Segunda (2022), para identificar se a equação química se encontra balanceada ou não, é importante que o estudante analise a quantidade de átomos presentes em cada lado da equação, ou

seja, quantidade de átomos nos reagentes e produtos, ao constatar que se encontram equivalentes, o estudante terá certeza que a equação se encontra balanceada.

Como os participantes demonstraram anteriormente não terem conhecimento conceitual acerca do processo de Balanceamento de Equações Químicas, entende-se que a identificação de equivalência na quantidade de átomos é uma tarefa desafiadora. O autor menciona que, na realização do balanceamento existem algumas dificuldades, isso pelo fato de existirem diversos métodos para realizá-lo, como por exemplo o método de tentativa e método algébrico (SEGUNDA, 2022).

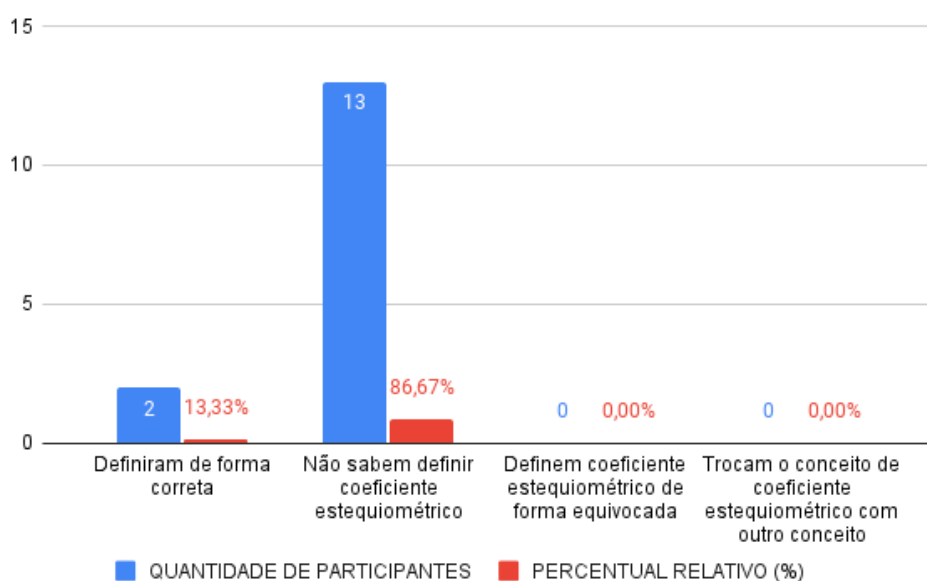
No entanto, os estudantes não utilizaram nenhum desses processos de balanceamento durante a aplicação do questionário, demonstrando não compreender também os procedimentos para o Balanceamento de Equações Químicas. Pode-se afirmar que os fatores associados a essa ausência de conhecimento estão diretamente relacionados às problemáticas anteriormente discutidas, sendo elas: abstração e complexidade do conteúdo e a presença de conteúdos matemáticos no processo de balanceamento. Após a análise do conhecimento dos estudantes nessas duas perguntas referentes ao conteúdo Balanceamento de Equações Químicas, mais uma pergunta relacionada ao referido conteúdo foi apresentada, buscando-se entender pela questão 3 “O que é coeficiente estequiométrico?” (Gráfico 1).

Constatou-se que um total de 86,67% dos estudantes não conseguiu apresentar uma definição correta para o conceito de Coeficiente Estequiométrico. As respostas fornecidas variaram em sua grande maioria entre “não sei” (A3) e “nunca ouvi falar” (A5). Diante disso, Meneses (2018) explica que essa dificuldade na compreensão do Coeficiente Estequiométrico está diretamente relacionada à interpretação da linguagem representacional. Dessa maneira, comumente acontecem confusões entre o coeficiente e a atomicidade nas equações químicas.

Nessa perspectiva, Mendes, Santana, Pessoa Junior (2015, p. 53) apontam que o fato dos estudantes do Ensino Médio não terem “um modelo mental correto do significado dos coeficientes e subscritos existentes nas fórmulas químicas, bem como das equações químicas, dificulta a aprendizagem desse conceito”. A colocação dos autores retoma o fato da aprendizagem Química ser desafiadora pelo fato de transitar em três linguagens, sendo a submicroscópica, a simbólica e a representacional. Dessa forma, os estudantes tendem a não ter um modelo concreto daquilo que estudam.

Outro fator que deve ser observado é a ausência de compreensão do coeficiente estequiométrico como uma “relação numérica entre as moléculas das espécies que reagem” (MENESES, 2018, p. 80). A grande maioria dos estudantes, conforme coloca o autor, não consegue compreender a relação do número que é apresentado com as moléculas que estão reagindo.

**Gráfico 1** – Definição de coeficiente estequiométrico pelos estudantes



**Fonte:** elaborado pelos autores (2024).

Apesar da grande maioria dos participantes apresentarem dificuldade de compreensão, um percentual de 13,33% dos estudantes conseguiu compreender a relação existente entre o coeficiente, a quantidade e a representação de moléculas, pois explicitaram em suas respostas essa relação: “é o que corresponde à quantidade de moléculas” (A17) e “corresponde à quantidade de moléculas” (A20).

As respostas dos estudantes, apesar de apresentarem lacunas, demonstram uma compreensão do papel do Coeficiente Estequiométrico, apesar de não compreenderem o conceito de Balanceamento de Equações Químicas, nem tampouco identificar se um Balanceamento está ou não correto. A partir do entendimento de que os coeficientes são “números que multiplicam as fórmulas químicas em uma equação química” (ATKINS, JONES; LAVERMAN, 2018, p. 2), é possível compreender que existe relação de quantidade assim como mencionado pelos estudantes.

Assim como os estudantes tiveram dificuldade em definir, também apresentaram muita dificuldade em identificar esses coeficientes, visto que 100% não conseguiram identificá-los em uma Reação Química. Essa quantidade expressiva de estudantes com dificuldades de identificação, reforça a discussão anterior, em que Meneses (2018) enfatiza a dificuldade de compreensão da linguagem representacional nas equações químicas e Mendes, Santana, Pessoa Junior (2015) reforçam a ausência do contato com um modelo de coeficiente para os estudantes, como uma das problemáticas relacionadas à compreensão do conteúdo.

Os dados demonstram ainda que o percentual de 13,33% dos estudantes que conseguiram definir os coeficientes estequiométricos anteriormente, não conseguiu fazer a identificação deles em uma Equação Química. Para Lopes e Oliveira (2021), esse aspecto evidencia que os estudantes não entendem as fórmulas químicas e os significados dos coeficientes, mesmo quando são apresentados de forma correta na equação.

Por fim, conclui-se que os resultados apresentados enfatizam a dificuldade dos estudantes na compreensão dos Coeficientes Estequiométricos, tanto em nível conceitual quanto de identificação, caracterizando que se trata de mais um conceito relacionado ao Balanceamento das Equações Químicas em que os estudantes apresentam dificuldades acentuadas.

## 5. Considerações finais

Observa-se que a presente pesquisa cumpriu seu objetivo que buscava analisar as principais dificuldades conceituais apresentadas por estudantes do Ensino Médio sobre o conteúdo de Balanceamento de Equações Químicas. Mostrou que a grande maioria dos estudantes apresentam dificuldades significativas no que se refere à definição e à identificação de alguns assuntos relacionados ao Balanceamento de Equações Químicas, tais como: coeficiente estequiométrico e o próprio balanceamento. Os estudantes demonstraram dificuldade em defini-los e identificá-los. De acordo com os dados obtidos, pode-se afirmar que essas dificuldades apresentadas pelos sujeitos estão bastante presentes nos conteúdos da disciplina de Química. Pois, estão diretamente relacionadas a problemas como: complexidade, abstração, linguagem química própria e associação do conteúdo com aspectos matemáticos.

É importante ressaltar que este trabalho possui algumas limitações, sendo elas o pouco número de participantes e a quantidade limitada de conceitos trabalhados, dessa forma não é possível generalizar as informações. Diante disso, torna-se necessária a realização de estudos mais aprofundados, como investigações de intervenção com propostas de Sequências Didáticas em busca de sanar os problemas apresentados. Além disso, os resultados evidenciaram que há necessidade de se pensar novas alternativas de ensino e de aprendizagem sobre o conteúdo de Balanceamento de Equações Químicas e aqueles que os embasam, tais como os conceitos de átomos, moléculas, reações e equações químicas.

## Referências

ATKINS.; JONES.; LAVERMAN. **Princípios de Química**: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. São Paulo: Bookman Editora, 2018.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BARRETO, G. S. N.; XAVIER, J. L.; SANTOS, J. D. MESQUITA, N. A. S. O processo de criação de um software educacional para o ensino e aprendizagem de Química. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 90-106, 2017.

CEDRAN, C.; CEDRAN, . P.; SILVA, . Z.; RIVA, . D. Equilíbrio: Jogo didático como estratégia de balanceamento de equações químicas para alunos com déficit de atenção. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 1-13, 2020.

CHAVES, J. Contextualizando os conceitos de átomos e elemento químico a partir da leitura de rótulo/embalagens. 2023. 17f. 2017. **Trabalho de conclusão de curso**. Trabalho de conclusão de curso Licenciatura em Química, Universidade Federal do Pará, Ananindeua.

COSTA, A. A. F.; SOUZA, J. R. T. Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 10, n. 19, p. 106-116, 2013.

DUARTE, C. J. Método Algébrico para balanceamento de reações: Uma alternativa não explorada em livros didáticos de Química. **Química Nova na Escola**, n.20, v.20, p. 1-7, 2020.

FÊMINA, L. L.; SOUZA, J. R.; GUSMÃO, L. A.; MIRANDA, V. M. balanceamento de equações químicas de combustão utilizando sequências numéricas. **Revista eletrônica matemática e estatística em foco**, n.1, v.8, p.12-24, 2021.

FERNANDES, R. F. Equação química. **Revista de Ciência Elementar**, v. 2, n. 2, p. 1-2, 2014.

FERNANDES, R. S.; GREGÓRIO, J. R. EsteQuiz—um Jogo Didático para o Ensino de Estequiometria. **Virtual de Química**, v. 3, p. 769-776, 2021.

FONSECA, M. R. M. **Química**: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

GEWANDSZNAJDER, Fernando. **Projeto Teláris – Ciências**. 6º ano ao 9º ano. São Paulo: Ática, 2018.

GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Teláris ciências, 9º ano** : ensino fundamental, anos finais. São Paulo: Ática, 2018.

GIL, A. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

JESUS, F. A. Em busca de soluções para evitar a evasão nos cursos de Exatas da Universidade Federal de Sergipe: relatos de uma proposta da Química. **[TESTE] Debates em Educação**, v. 7, n. 14, p. 33, 2015.

JOHNSTONE, A. H. O desenvolvimento do ensino de química: uma resposta em mudança à demanda em mudança. **Jornal de Educação Química**, n. 7, v. 70, p.701, 1993.

MENDES, A. P.; SANTANA, P. G.; PESSOA JUNIOR, E. S. F. O uso do software PhET como ferramenta para o ensino de Balanceamento de Reação Química. **Revista Areté**, v.8, n.16, p. 52-60, 2015.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, p. 117-128, 2006.

OLIVEIRA, O. M. M. F.; SCHLÜNZEN JUNIOR, K.; SCHLÜNZEN, E. T. M. (Orgs.). **Química (Coleção Temas de Formação)**. 1. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, Universidade Estadual Paulista, Núcleo de Educação à Distância, 2013. v. 3.

OLIVEIRA, M. M. (Org.). **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis: Editora Vozes, 2013.

PEREIRA, L. S.; SILVA, J. L. PB. **Uma História do Antiatomismo**: Possibilidades para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 1, p. 19-24, 2018.

PEREIRA, L. M. Aplicativo Educacional de Química desenvolvido em PYTHON. 2022.31f. **Relatório Final de Iniciação Científica**, Centro Universitário do Sagrado Coração, 2022.

SEGUNDA, A. T. Metodologia para o tratamento do processo de ensino - aprendizagem sobre acerto de Equações Químicas na 10ª classe no Liceu Nº 1677, 26 de abril Lubango. 2022. 71f. 2022. **Trabalho de conclusão de curso**. Instituto Superior de Ciências da Educação ISCED-HUILA, Lubango.

SILVA, C. S.; SGARBOSA, É. C.; AGOSTINI, G. ensino e aprendizagem de estequiometria: análise das contribuições e limitações de uma atividade com modelos moleculares desenvolvida no PIBID. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 18-31, 2016.

SILVA, C. da; FERRI, K. Uma sequência didática para o ensino de eletroquímica em cursos técnicos integrados ao ensino médio do IFG / Uma sequência didática para o ensino de eletroquímica nos cursos técnicos integrados ao ensino médio do IFG. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 6, n. 5, p. 27641–27655, 2020.

SOUZA, O.; SILVA, N.; SILVA, C. V.; SIMÕES NETO, E.; BRITO LIMA, P. A. Observando a dinâmica do contrato didático em aulas de equilíbrio químico. **Educação Química em Punto de Vista**, v. 1, n.1, p.59-78, 2017.

SUJAK, K. B.; DANIEL, E.G.S. Understanding of Macroscopic, Microscopic and Symbolic Representations Among Form Four Students in Solving Stoichiometric Problems. **Malaysian Online Journal of Educational Sciences**, n.3, v.5, p. 83-96, 2017.

WARTHA, E. J.; ALVES, L.C.; SANJUAN, M. E. C.; SANTOS, C. V. Uma proposta didática para a elaboração do pensamento químico sobre elemento químico, átomos, moléculas e substâncias. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 1, p. 1-14, 2010.