



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE QUÍMICA**

DIOGO TAVARES DE OLIVEIRA

**AS IMPLICAÇÕES QUE OS CONCEITOS DE REGRA
DE TRÊS E PROPORCIONALIDADE PODEM CAUSAR NA
APRENDIZAGEM DE CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS NO
1º ANO DO ENSINO MÉDIO: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA QUESTIONADORA**

Trabalho de Conclusão de Curso

SANTO ANDRÉ - SP

2021

DIOGO TAVARES DE OLIVEIRA

**AS IMPLICAÇÕES QUE OS CONCEITOS DE REGRA DE TRÊS E
PROPORCIONALIDADE PODEM CAUSAR NA APRENDIZAGEM DE CÁLCULOS
ESTEQUIOMÉTRICOS NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA QUESTIONADORA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
conclusão do Curso de Especialização em
Ensino de Química da UFABC.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Lemos Batista

SANTO ANDRÉ - SP

2021

Dedico este trabalho a todos que de certa maneira me ajudaram a concluir mais uma etapa da minha jornada de aprendizagem.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por estar sempre presente, mostrando que os desafios existem para nos fortalecer.

Ao Prof. Dr. Bruno Lemos Batista e a Prof.^a Carine, pelas orientações e por compartilhar um pouco de sua brilhante visão científica e pelo imenso incentivo, quando estava pensando em desistir.

A todos que de uma maneira ou outra, possibilitaram a realização deste trabalho.

RESUMO

A dificuldade na interpretação e resolução de problemas envolvendo estequiometria é muito familiar e recorrente entre os alunos do ensino médio, especialmente entre os calouros do primeiro ano. Tal dificuldade se deve ao fato de não associarem o assunto com o seu cotidiano e ao resgate de conteúdos trabalhados durante o ensino fundamental, como é o caso da proporção e a regra de três. Este trabalho é uma revisão bibliográfica questionadora, elabora no intuito de buscar e apresentar as práticas diferenciais de trabalho sobre estequiometria no ensino médio, com o propósito de verificar as diferentes estratégias e recursos para proporcionar ao estudante condições para que possam construir aprendizagens significativas e compreender a importância da Química no exercício efetivo de cidadania com atitudes conscientes e sustentáveis social e ambientalmente.

Palavras-chave: Cálculo Estequiométrico; Estequiometria; Proporção; Regra de três; Obstáculos; Ensino de Química.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	2
2.	REVISÃO DA LITERATURA	3
1.1.	Proporção	3
1.1.1.	Definição	3
1.1.2.	Propriedade fundamental das proporções	4
1.2.	Grandezas e Medidas	4
1.2.1.	Grandezas diretamente proporcionais	6
1.2.2.	Grandezas inversamente proporcionais.....	7
1.3.	Regra de três	7
1.3.1.	Regra de três simples envolvendo grandezas diretamente proporcionais.	8
1.3.2.	Regra de três simples envolvendo grandezas inversamente proporcionais.	9
1.4.	O ensino de química	9
1.4.1.	A importância de aprender química	9
1.4.2.	Inter(relação) da Matemática e Química	10
1.4.3.	Cálculo estequiométricos	11
1.4.3.1.	Lei de conservação das massas.....	11
1.4.3.2.	Lei das proporções constantes	12
1.4.3.3.	Lei de Gay-Lussac.....	13
1.4.4.	Obstáculos na aprendizagem de cálculo estequiométrico	14
1.4.5.	Propostas diferenciadas para o ensino de estequiometria.....	14
1.4.5.1.	Experimentação	14
1.4.5.2.	Interdisciplinaridade	15
1.4.5.3.	Jogos	15
3.	OBJETIVOS	17
3.1.	Objetivo geral	17
3.2.	Objetivos específicos	17
4.	METODOLOGIA.....	18
5.	CONCLUSÕES	20
6.	REFERÊNCIAS.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01 – Termos de uma proporção.	3
Figura 02 – Proporcionalidade entre concentrado de suco e água na preparação de suco.	4
Figura 03 – Propriedade fundamental das proporções.	4
Figura 04 – O Homem Vitruviano, Leonardo Da Vinci, 1490.	5
Figura 05 – Grandezas diretamente proporcionais.	6
Figura 06 – Grandezas inversamente proporcionais.	7
Figura 07 – Lei de conservação das massas.	12
Figura 08 – Exemplos de cartas utilizadas no jogo Química: um palpite inteligente.	16
Figura 09 – Tabuleiro do jogo Química: um palpite inteligente.	16
Figura 10 – Coeficiente estequiométricos de uma reação química.	19

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 01 – Regra de três simples: grandezas diretamente proporcionais.....	8
Tabela 02 – Regra de três simples: grandezas inversamente proporcionais.	9
Tabela 03 – Proporção de Proust.....	12
Tabela 04 – Proporção volumétrica de Gay-Lussac.....	13

1. INTRODUÇÃO

A química está ligada ao nosso dia a dia, estando presente em qualquer coisa que possamos pensar; e para compreendê-la precisamos entender o que é matéria e suas transformações, além de estudar sobre composição, estrutura, propriedades, mudanças sofridas durante as reações químicas e energia envolvida durante as transformações.

O estudo da Química, assim como de outras áreas do conhecimento, é fundamental para desenvolver a capacidade de raciocinar logicamente, observar, redigir com clareza, experimentar e buscar explicações sobre o que se vê e o que se lê, para compreender o refletir sobre os fatos do cotidiano e para analisar criticamente a realidade (CLEMENTINA, 2011, p. 25).

As dificuldades de aprendizagem no Ensino de Química tem relação com a natureza das ideias prévias e concepções alternativas, ou o pouco conhecimento para estabelecer conexões significativas com os conceitos que se deseja que os estudantes aprendam, as relações entre a demanda ou complexidade de uma tarefa a ser aprendida e a capacidade do estudante para saber organizar e processar uma determinada informação, questões que envolvem a competência linguística, além da pouca coerência entre o estilo de aprendizagem do estudante e o estilo de ensino do professor.

Assim sendo, todos que estudam química, irão se deparar um dia com a aprendizagem sobre cálculos estequiométricos (também denominado estequiometria), que possui uma vasta aplicabilidade em situações do cotidiano. Tal como afirma Pio (2006, p. 8), o desenvolvimento do cálculo estequiométrico utiliza a linguagem matemática (aritmética e proporção), a linguagem física (unidades de medidas do SI) e a linguagem química (simbologia, grandezas e equações químicas), fazendo com que os alunos apresentem uma grande dificuldade de aprendizagem relacionado a este tema, justamente por envolver vários processos de sistematização e abstração.

Portanto, este trabalho visa, através de uma revisão bibliográfica questionadora da literatura, apurar maneiras eficazes e prazerosas que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem do tema abordado.

refresco pronto é $\frac{1}{5}$. Se essa pessoa usar três copos de concentrado, quantos copos de água deverão ser usados? Podemos provocar o aluno até que ele perceba que ao triplicar a quantidade de concentrado devemos, também, triplicar a quantidade de água. Portanto, sendo usados 15 copos de água.

Exemplo:

COPOS DE SUCO	COPOS DE ÁGUA
1	5
2	10
3	15

Figura 02 – Proporcionalidade entre concentrado de suco e água na preparação de suco.

Fonte: Elaboração própria.

1.1.2. Propriedade fundamental das proporções

Em toda proporção, o produto dos extremos é igual ao produto dos meios. Ou seja, dados os números **a**, **b**, **c** e **d** não nulos, com $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$, temos: $a \cdot b = c \cdot d$. (EDITORA MODERNA, 2018 p. 305).

Esta propriedade pode ser constatada por meio de exemplos de frações equivalentes, o que permite resolver muitos problemas. Exemplo:

$$\frac{15}{7} = \frac{4,5}{21} \rightarrow 15 \cdot 21 = 7 \cdot 4,5$$

Produto dos extremos
Produto dos meios

Figura 03 – Propriedade fundamental das proporções.

Fonte: Elaboração própria.

1.2. Grandezas e Medidas

A necessidade de medir existe desde as mais antigas civilizações e durante muito tempo, cada região teve seu próprio sistema de medidas, até que em 1960 foi

criado o SI (Sistema Internacional de Unidades), criado para padronizar as unidades de medidas. (EDITORA MODERNA, 2018 p. 311).

Grandeza é todo atributo de um fenômeno, corpo ou substância que pode ser qualitativamente distinguido e quantitativamente determinado.

As grandezas podem ter suas medidas aumentadas ou diminuídas. São exemplos de grandezas: velocidade, tempo, peso, área, volume, quantidade de unidades de determinado objeto, etc. São comuns em nosso cotidiano situações em que duas ou mais grandezas se relacionam. (CARREIRO, 2014).

O que há de comum entre a estrutura espiral das conchas de alguns seres vivos marinhos, no crescimento das plantas, nas proporções do corpo humano e dos animais, nas pinturas do período renascentista, nas obras arquitetônicas da Antiguidade Clássica, da Idade Média e até da Era Moderna? A resposta para pode ser encontrada na Geometria através da **Proporção Áurea**, que é considerada uma joia preciosa da matemática. A razão áurea representa, segundo os estudiosos, a mais agradável proporção entre dois segmentos ou duas medidas. (ÁVILA, 1985).

Um exemplo clássico desta proporção é o Homem Vitruviano de Leonardo da Vinci que sintetiza uma relação harmônica entre homem e mundo pautada pela analogia geométrica.

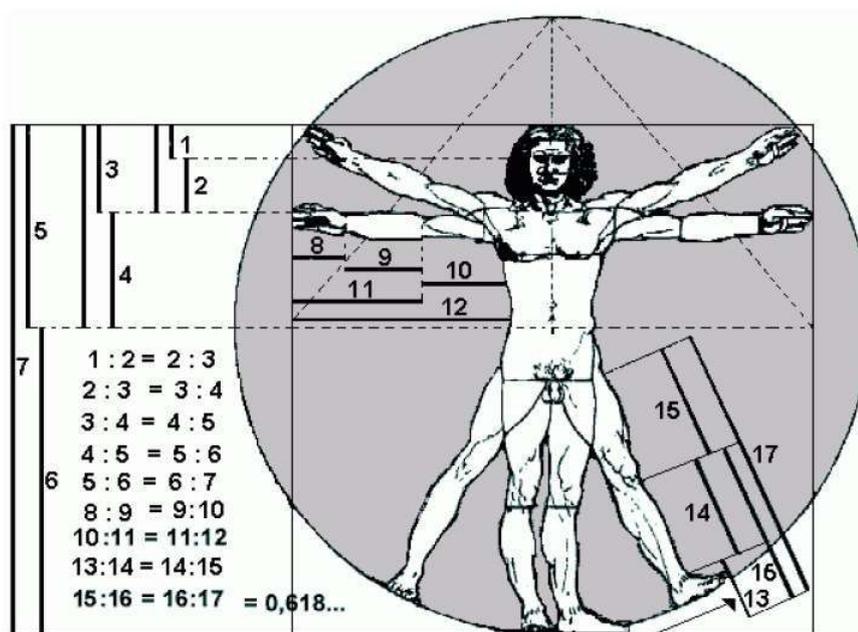


Figura 04 – O Homem Vitruviano, Leonardo Da Vinci, 1490.

Fonte: <http://www.mat.uel.br/matessencial/geometria/geometria.htm>.

O desenho de Leonardo da Vinci situa um home dentro de um círculo e de um quadrado, com braços e pernas estendidos, tendo o umbigo como o centro do círculo, demonstrando a proporcionalidade entre as partes do corpo, conforme o destaque na figura 03. (QUEIROZ, 2007).

1.2.1. Grandezas diretamente proporcionais

Duas grandezas são diretamente proporcionais quando variam sempre na mesma razão. Ou seja, duas grandezas são diretamente proporcionais quando, ao dobrar o valor de uma, o valor da outra também dobra; ao reduzir pela metade o valor de uma, o valor da outra também se reduz pela metade; assim por diante. (EDITORA MODERNA, 2018 p. 312).

Exemplos:

Uma indústria automobilística decidiu testar se a velocidade indicada em um velocímetro era precisa. Para isso, verificou a distância percorrida pelo veículo durante 1 minuto, mantendo uma mesma velocidade média. Primeiro, o veículo manteve a velocidade média de 60 km/h e foi registrada a distância percorrida em 1 minuto. Em seguida, outras velocidades foram testadas. Veja os resultados do teste na figura 05.

Velocidade média (km/h)	60	120	30	90
Distância percorrida em 1 minuto (km)	1	2	0,5	1,5

Figura 05 – Grandezas diretamente proporcionais.

Fonte: EDITORA MODERNA, 2018.

A razão entre o valor da velocidade média e o valor correspondente à distância percorrida no mesmo intervalo de tempo (1 minuto) é sempre a mesma:

$$\frac{60}{1} = \frac{120}{2} = \frac{30}{0,5} = \frac{90}{1,5} = 60$$

Nesse caso, podemos dizer que as grandezas velocidade média e distância percorrida são **diretamente proporcionais**.

1.2.2. Grandezas inversamente proporcionais

Duas grandezas são inversamente proporcionais quando uma varia sempre na razão inversa da outra. Ou seja, duas grandezas são inversamente proporcionais quando, ao dobrar o valor de uma, o valor da outra se reduz pela metade; ao dividir por 3 o valor de uma, o valor da outra é multiplicado por 3, e assim por diante. (EDITORA MODERNA, 2018 p. 315).

Exemplos:

Na figura 06 abaixo pode-se observar o tempo gasto por uma moto para percorrer uma mesma distância, variando a velocidade média.

Velocidade média (km/h)	30	60	15	7,5
Tempo (h)	2	1	4	8

Figura 06 – Grandezas inversamente proporcionais.

Fonte: EDITORA MODERNA, 2018.

A razão entre o valor da velocidade média e o inverso do valor correspondente ao tempo gasto é sempre a mesma:

$$\frac{30}{\frac{1}{2}} = \frac{60}{\frac{1}{1}} = \frac{15}{\frac{1}{4}} = \frac{7,5}{\frac{1}{8}} = 60$$

Nesse caso, podemos dizer que as grandezas velocidade média e tempo são **inversamente proporcionais**.

1.3. Regra de três

A regra de três sempre pode ser usada quando temos três termos de uma proporção e precisamos obter o quarto termo, que é um termo desconhecido.

Muitos problemas que envolvem duas grandezas, direta ou inversamente proporcionais, podem ser resolvidos de modo prático se empregarmos o procedimento chamado regra de três simples.

1.3.1. Regra de três simples envolvendo grandezas diretamente proporcionais.

O exemplo abaixo demonstra como resolver problema utilizando a regra de três simples envolvendo grandezas diretamente proporcionais.

Num dia de sol, Janete e Paulo mediram o comprimento de suas sombras. Janete tem 165 cm de altura e Paulo, 180 cm. Sabendo que, em determinado horário, a medida do comprimento da sombra de Paulo era 60 cm, qual era a medida do comprimento da sombra de Janete?

Resolução

	Altura (cm)	Comprimento da sombra (cm)
Paulo	180	60
Janete	165	x

Tabela 01 – Regra de três simples: grandezas diretamente proporcionais.

Fonte: Elaboração própria

Sabemos que a altura da sombra é diretamente proporcional à altura da pessoa então podemos montar a seguinte proporção: $\frac{180}{165} = \frac{60}{x}$. Utilizando a propriedade fundamental da proporção podemos determinar o comprimento da sombra de Janete:

$$x \cdot 180 = 165 \cdot 60$$

$$x \cdot 180 = 9.900$$

$$\frac{x \cdot 180}{180} = \frac{9.900}{180}$$

$$x = 55 \text{ cm}$$

Assim podemos concluir que a sombra de Janete mede 55 centímetros.

1.3.2. Regra de três simples envolvendo grandezas inversamente proporcionais.

O exemplo abaixo demonstra como resolver problema utilizando a regra de três simples envolvendo grandezas inversamente proporcionais.

Cinco pedreiros constroem um sobrado em 90 dias. Em quantos dias 15 pedreiros fariam o mesmo serviço?

Resolução

Quantidade de pedreiros	Tempo de construção (dias)
5	90
15	x

Tabela 02 – Regra de três simples: grandezas inversamente proporcionais.

Fonte: Elaboração própria

Sabemos que o tempo de construção é inversamente proporcional ao número de pedreiros, então podemos montar a seguinte proporção: $\frac{5}{15} = \frac{x}{90}$. Utilizando a propriedade fundamental da proporção podemos determinar o tempo que 15 pedreiros levarão para terminar a construção:

$$x \cdot 15 = 5 \cdot 90$$

$$x \cdot 15 = 450$$

$$\frac{x \cdot 15}{15} = \frac{450}{15}$$

$$x = 30 \text{ dias}$$

Assim podemos concluir que eles levarão 30 dias.

1.4. O ensino de química

1.4.1. A importância de aprender química

O estudo da Química, assim como de outras áreas do conhecimento, é fundamental para desenvolver a capacidade de raciocinar logicamente,

observar, redigir com clareza, experimentar e buscar explicações sobre o que se vê e o que se lê, para compreender o refletir sobre os fatos do cotidiano e para analisar criticamente a realidade. (CLEMENTINA, C. M, 2011, p. 25).

Rovere e Barbieri ([2020]) destacam que os estudos sobre Química são importantes para o entendimento de como essa ciência é construída, quais são as suas características e como ela se articula nos níveis macroscópico, submicroscópica e representacional. A compreensão da estrutura da matéria, de suas partículas constituintes e de suas propriedades, bem como de seu modo de interação, são as bases para o estudo das transformações.

A área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica. A química está diretamente ligada a situações do cotidiano, e isto evidenciam a importância social e ambiental desta ciência. (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO p. 319, 2017)

Espera-se, desse modo, que o conhecimento em Química possa possibilitar ao estudantes um novo olhar sobre o mundo que os cerca, configurando-se como um valioso instrumento para a efetiva formação do cidadão e que possam também fazer escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum

1.4.2. Inter(relação) da Matemática e Química

A BNCC leva em conta que os diferentes campos que compõem a Matemática reúnem um conjunto de ideias fundamentais que produzem articulações entre eles: equivalência, ordem, proporcionalidade, interdependência, representação, variação e aproximação. Essas ideias fundamentais são importantes para o desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos e devem se converter, na escola, em objetos de conhecimento. A proporcionalidade, por exemplo, deve estar presente no estudo de: operações com os números naturais; representação fracionária dos números racionais; áreas; funções; probabilidade etc. Além disso, essa noção também se evidencia em muitas ações cotidianas e de outras áreas do conhecimento, como vendas e trocas mercantis, **balanços químicos**, representações gráficas etc. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2017) p. 268.

1.4.3. Cálculo estequiométricos

Peruzzo e Canto (2006) salientam que na culinária existe uma proporção fixa entre os ingredientes de uma receita e que ao usar múltiplos ou submúltiplos dessa receita, as quantidades são alteradas, mas a proporção entre essas quantidades se mantém. Por isso, se uma receita indicar que, para três xícaras de farinha, deve-se usar um copo de leite, ao duplicar a receita serão seis xícaras de farinha e dois copos de leite. Note que as quantidades duplicaram, mas a proporção se manteve a mesma. Em Química, existe uma proporção bem definida entre as quantidades dos participantes de uma reação. Podemos realizar essa reação com diferentes quantidades de reagentes, porém a proporção entre eles se mantém constante.

Quando uma reação química é realizada com quantidades conhecidas de reagentes é possível prever a quantidade de produto(s) formado(s) e, de modo inverso, é possível fazer uma estimativa da quantidade de reagente(s) necessário(s) para obter certa quantidade de produto(s). (PERUZZO; CANTO, 2006).

A partir das massas atômicas, listadas na tabela periódica, pode-se calcular a massa molar de cada reagente ou produto de uma reação química. Conhecidas essas massas molares e a equação química do processo, é possível estabelecer relações entre as quantidades de reagentes e de produtos e, baseando-se nelas, fazer previsões.

Estabelecer tais relações e, a partir delas, realizar previsões é o que se denomina **estequiometria** ou **cálculo estequiométrico**.

1.4.3.1. Lei de conservação das massas

A lei de conservação das massas ou lei de Lavoisier, como também é conhecida, possui grande importância para a estequiometria.

Em seus estudos Lavoisier observou que as transformações de reagentes em produtos, quando aconteciam em sistemas fechados, não apresentavam variação de massa, ou seja, a massa dos reagentes era igual à massa dos produtos. Dessa maneira, não há desaparecimento de substâncias, mas sim transformação. Portanto,

a conclusão de que “a soma das massas dos reagentes deve ser igual à soma das massas dos produtos” só é válida para reações que ocorrem em recipientes fechados.

Exemplo:

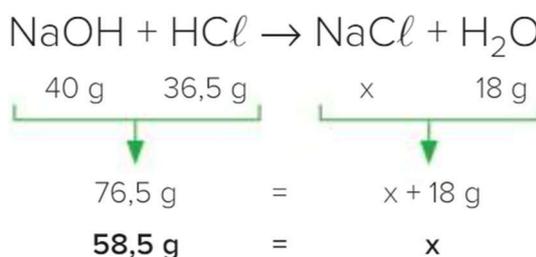


Figura 07 – Lei de conservação das massas.

Fonte: Rovere e Barbieri ([2020]) p.11.

1.4.3.2. Lei das proporções constantes

A lei de Proust ou lei das proporções definidas também possui grande importância para a estequiometria.

Proust defendia a ideia de que substâncias químicas possuem composição constante e por isso formulou a seguinte lei: qualquer substância composta é formada por elementos combinados sempre na mesma proporção em massa.

Exemplo:

Experimento	Reação			Proporções
	H_2 (g)	$+\frac{1}{2}\text{O}_2$ (g)	$\rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (g)	
1	2 g	16 g	18 g	$\frac{2}{16} = \frac{1}{8}$
2	1 g	8 g	9 g	$\frac{1}{8}$
2	4 g	32 g	36 g	$\frac{4}{32} = \frac{1}{8}$

Tabela 03 – Proporção de Proust.

Fonte: Adaptação de Rovere e Barbieri ([2020]) p.12.

Quando colocamos 2 g de H₂ e 16 g de O₂ para reagir, obtemos 18 g de H₂O; e quando dividimos 2 g por 16 g, obtemos $\frac{1}{8}$ como resultado. Sejam massas menores ou massas maiores, a razão entre a massa do hidrogênio e a massa do oxigênio será sempre $\frac{1}{8}$.

1.4.3.3. Lei de Gay-Lussac

A lei de Gay-Lussac, define que a proporção entre os volumes de gases, nas mesmas condições de temperatura e pressão, é constante em uma reação. Essa lei é muito similar à de Proust e baseia-se na proporção volumétrica dos reagentes.

Exemplo:

Reação	H ₂ O (l) → H ₂ (g) + $\frac{1}{2}$ O ₂ (g)			Proporções
Experimento				
1	1 L	1 L	0,5 L	1 : 1 : 05
2	1,5 L	1,5 L	0,75 L	1 : 1 : 05
2	2 L	2 L	1 L	1 : 1 : 05

Tabela 04 – Proporção volumétrica de Gay-Lussac.

Fonte: Adaptação de Rovere e Barbieri ([2020]) p.12.

Ele então percebeu que os gases produzidos apresentavam a proporção 1 H₂O : 1 H₂ : $\frac{1}{2}$ O₂ e que, quanto mais reagente, mais produto era formado.

1.4.4. Obstáculos na aprendizagem de cálculo estequiométrico

Segundo Pio (2006, p. 7) o conhecimento sobre Cálculo Estequiométricos pode ser aplicado em muitas situações do cotidiano. A prescrição de muitos medicamentos, por exemplo, é baseada em doses calculadas a partir de determinada quantidade do agente ativo do medicamento e que são necessárias para reagir com certas substâncias no nosso organismo.

Pio (2006, p. 8) afirma, ainda, que o desenvolvimento do Cálculo Estequiométrico utiliza a linguagem matemática (aritmética e proporção), a linguagem física (unidades de medidas do SI) e a linguagem química (simbologia, grandezas e equações químicas).

Segundo a literatura, a maioria dos professores considera “Cálculo Estequiométrico” um grande desafio, devido à dificuldade de aprendizagem que os alunos apresentam, seja por dificuldades de relacionar o aprendizado com seu cotidiano ou dificuldades procedimentais relacionados à matemática.

1.4.5. Propostas diferenciadas para o ensino de estequiometria

Na literatura estudada há diferentes estratégias e recursos para proporcionar ao estudante condições para que ele construa aprendizagens significativas referentes ao estudo de cálculos estequiométricos, compreendendo sua importância relacionada ao componente curricular Química, bem como sua relação com as demais áreas do conhecimento e com o cotidiano das pessoas.

1.4.5.1. Experimentação

Segundo Silva (2016) a experimentação teve um papel de importância no desenvolvimento de uma proposta de metodologia científica, baseando-se na racionalização, indução e dedução, a partir do século XVII, rompendo com a ideia de que o homem e natureza tinham uma relação com o divino, pois a experimentação apresenta algumas contribuições tais como:

- Motivar e despertar a atenção dos alunos.
- Desenvolver trabalhos em grupo.
- Iniciativa e tomada de decisões.
- Estimular a criatividade.
- Aprimorar a capacidade de observação e registro.

1.4.5.2. Interdisciplinaridade

De acordo com a Fundação Instituto de Administração (2021), a interdisciplinaridade é um assunto antigo que se baseia na criação de pontes, entre disciplinas estudadas isoladamente, possibilitando uma transformação profunda no processo e ensino aprendizagem. Tal abordagem pode ser uma grande aliada na construção do senso crítico e de cidadãos mais conscientes.

1.4.5.3. Jogos

De acordo com Cunha (2012) o interesse daquele que aprende passou a ser a força motora do processo de aprendizagem, e o professor, o gerador de situações estimuladoras para aprendizagem. É nesse contexto que o jogo didático ganha espaço como instrumento motivador para a aprendizagem de conhecimentos químicos, à medida que propõe estímulo ao interesse do estudante. Se, por um lado, o jogo ajuda este a construir novas formas de pensamento, desenvolvendo e enriquecendo sua personalidade, por outro, para o professor, o jogo o leva à condição de condutor, estimulador e avaliador da aprendizagem.

Na química, uma referência às primeiras propostas de jogos no ensino pode ser encontrada em um artigo publicado na Revista Química Nova, no ano de 1993 (Craveiro et al.), com o jogo: Química: um palpite inteligente, que é um tabuleiro composto por perguntas e respostas. (CUNHA, 2012)

<p>CATEGORIA: COMPOSTOS ORGÂNICOS NOME: ÁLCOOL P-METOXI-BENZÍLICO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: Sou bastante inflamável. 2: Tenho um anel aromático. 3: Sou também conhecido como álcool anísico. 4: Sou solúvel em álcool e éter. 5: Sou quase insolúvel em água. 6: Apresento uma função éter. 7: Sou um álcool aromático. 8: Não apresento isomeria ótica. 9: Apresento substituição em para. 10: Apresento um carbono secundário. 11: Sou um líquido com odor floral. 12: Um palpite a qualquer hora. 13: Sou usado em produtos farmacêuticos. 14: Um palpite a qualquer hora. 15: Sou usado em perfumaria. 16: Um palpite a qualquer hora. 17: Sou obtido a partir do anisaldeído. 18: Minha fórmula molecular é $C_8H_{10}O_2$. 19: Um palpite a qualquer hora. 20: Meu peso molecular é 138. 	<p>CATEGORIA: ELEMENTO NOME: LÍTIUO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: Minha densidade é metade da densidade da água. 2: Fui descoberto por Arfuedson em 1817. 3: Sou o mais leve dos metais. 4: Um palpite a qualquer hora. 5: Não ocorro livre na natureza. 6: Sou encontrado em abundância no Ceará. 7: Sou do grupo dos metais alcalinos. 8: Um palpite a qualquer hora. 9: Meu nome vem do grego e significa "pedra". 10: Sou produzido eletroliticamente pela fusão do meu cloreto. 11: Tenho grande aplicação em síntese orgânica. 12: Um palpite a qualquer hora. 13: Minha produção foi incrementada a partir da 2ª Guerra. 14: Sou utilizado em vidros e cerâmicas especiais. 15: Sou utilizado como anodo de baterias. 16: Apresento reação vigorosa com a água. 17: Formo alcóxido metálico por reação com álcool. 18: Libero hidrogênio por reação com água ou álcoois. 19: Meu ponto de fusão é 180.54 °C. 20: Meu número atômico é 3.
--	---

Figura 08 – Exemplos de cartas utilizadas no jogo **Química: um palpite inteligente**.

Fonte: Craveiro et al. 1993

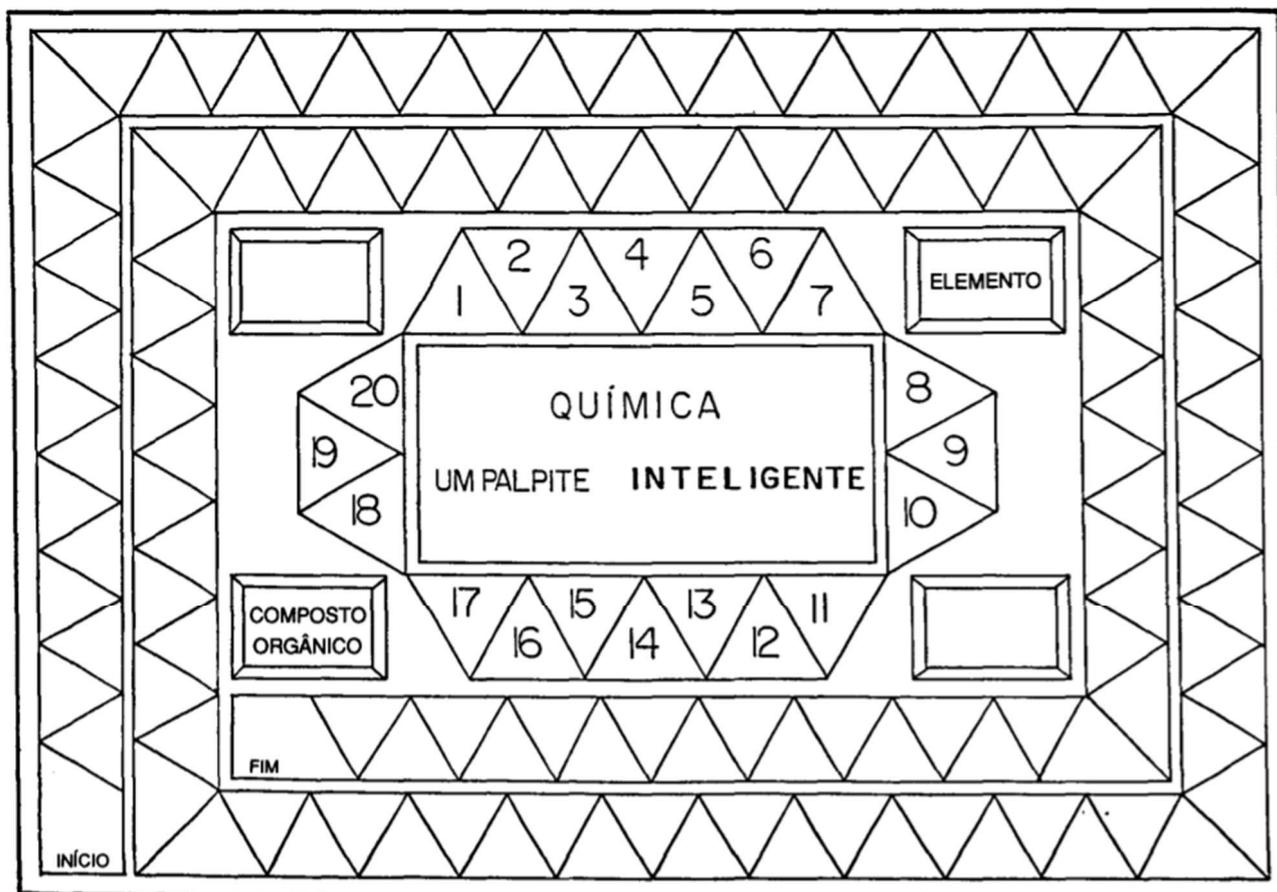


Figura 09 – Tabuleiro do jogo **Química: um palpite inteligente**.

Fonte: Craveiro et al. 1993

3. OBJETIVOS

3.1. *Objetivo geral*

Realizar uma revisão bibliográfica para estudar as implicações que os conceitos de regra de três e proporcionalidade podem causar na aprendizagem de cálculos estequiométricos no 1º ano do ensino médio.

3.2. *Objetivos específicos*

Identificar os conteúdos matemáticos utilizadas na Química e analisar se os alunos reconhecem a relação entre a Matemática e a Química;

Propor maneiras eficazes de trabalhar ou rever conteúdos matemáticos em situações interdisciplinares com o ensino de química;

Propor ações para trabalhar cálculos estequiométricos de maneira mais efetiva na química.

4. METODOLOGIA

SILVA; NETTO e SOUZA (2016) acreditam que uma das formas de superar as dificuldades identificadas no ensino de estequiometria pelos teóricos, seria o uso de metodologias alternativas.

Essas metodologias são apontadas como viáveis e eficazes, pois são capazes de inovar e de melhorar o ensino, despertando o interesse dos alunos e o prazer em aprender.

Andrade (2021) sugere a utilização de alguns recursos da disciplina de Matemática, no viés interdisciplinar, como possibilidade de contribuição no ensino e aprendizagem do conteúdo que engloba a Estequiometria. Neste sentido, se estabelece a questão da interdisciplinaridade como um rompimento de fronteiras em que os saberes se complementam e se apoiam de maneira regular e destemida. Para isso ele sugere trabalhar o balanceamento de equações químicas utilizando o conceito de funções do 1º grau.

Costa (2008) apresenta várias propostas relacionadas a experimentação no desenvolvimento do trabalho com estequiometria. Ela inicia os estudos com experimentação Investigativa e pesquisa Virtual para o desenvolvimento do conceito de proporções constantes, partindo de uma receita de pudim de leite condensado. Em sua abordagem os ingredientes da receita são abreviados por suas iniciais, assim, leite condensado é denominado LC, ovo OV e assim por diante, fazendo uma associação, superficial, com as simbologias dos elementos químicos, facilitando assim o trabalho com a simbologia dos elementos nas representações moleculares de reagentes e produtos que aparecem nas reações químicas.

Para trabalhar a relação estequiométrica entre os reagentes e produtos das reações partir das fórmulas estruturais de cada uma das substâncias, Costa (2008) utiliza modelos moleculares, e salienta que tais modelos podem ser construídos usando materiais como EVA.

1ª) Síntese da água



2ª) Síntese da amônia.

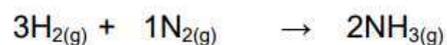


Figura 10 – Coeficiente estequiométricos de uma reação química.

Fonte: COSTA (2008).

É também abordado o uso de programas para estudar tais relações, e para isso, Costa (2008) utilizou o site <http://www.cdcc.sc.usp.br/quimica/vamosexercitar.html>, mas infelizmente o site se encontra inacessível. No entanto uma versão similar pode ser utilizada através das simulações PhET, disponível no seguinte link: https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_pt_BR.html.

Diversos jogos abrangendo campos de estudo da química podem ser acessados através do link: <https://lequal.quimica.ufg.br/p/4054-jogos-diversos>.

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, é possível concluir que ensinar química não é uma tarefa simples, ou somente reproduzir conceitos de maneira sem uma contextualização.

Segundo Cunha (2012) a ideia do ensino despertado pelo interesse do estudante passou a ser um desafio à competência do docente. O interesse daquele que aprende passou a ser a força motora do processo de aprendizagem, e o professor, o gerador de situações estimuladoras para aprendizagem.

O estudo de estequiometria necessita ser ensinado levando em consideração o uso de situações problematizadoras que facilitem a compreensão de sua aplicação na sociedade, pois desta maneira o processo de ensino-aprendizagem se torna mais eficaz e passa a fazer sentido para os alunos o que pode ser evidenciado quando nós professores de química ouvimos de nossos alunos uma frase bem famosa, peculiar e de satisfação “Ah Agora eu entendi!”.

Não podemos medir esforços para fazer com que os estudantes, mesmo com duas dificuldades e tempo distintos de aprendizagem, sejam impossibilitados de avançar no processo de aprendizagem e compreensão no trabalho envolvendo estequiometria.

Nesse contexto, torna-se imprescindível que os professores possam pensar em novas estratégias pedagógicas que ajudem a melhorar o ensino de estequiometria, oportunizando uma abordagem de ensino contextualizada e dinâmica, seja usando jogos, simulações, similares as apresentadas por Costa (2008) (Apêndice A), experiências, interdisciplinaridade, etc. para que possibilitem aos educandos uma formação útil para o exercício da cidadania.

No que tange os estudos interdisciplinares, o estudo de cálculo estequiométrico, poderia ser trabalhado em conjunto com a disciplina de matemática, relacionando os conceitos de proporção, regra de três e função do primeiro grau conforme Andrade (2021). Assim tal abordagem poderia alavancar e até mesmo incentivar os alunos nos estudos relacionados ao tema.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, Leandro Mendes de. **Uma abordagem matemática no ensino de cálculo estequiométrico**. 2021. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, [S. l.], 2021.

ÁVILA, G. **Retângulo áureo, divisão áurea e sequência de Fibonacci**. Revista do Professor de Matemática, São Paulo, v. 6, p. 9-14, 1985.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio Ciências da Natureza**, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

CARREIRO, Leandro Sopeletto. **Tópicos de matemática discreta: uma proposta para a educação de jovens e adultos sob a perspectiva da etnomatemática**. Orientador: Mikhail Vishnevskii Petrovich. 2014. 59 p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2014.

CLEMENTINA, C.M. **A importância do ensino da química no cotidiano dos alunos do Colégio Estadual São Carlos do Ivaí de São Carlos do Ivaí-PR**. Paraná, 2011.

COSTA, Ana Alice Farias da; SOUZA, Jorge Raimundo da Trindade. **Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico**. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Amazônia, v. 10, n. 19, p. 106-116, ago. Dez 2013.

COSTA, Eliana Terezinha Hawthorne. **UMA PROPOSTA DIFERENCIADA DE ENSINO PARA O ESTUDO DA ESTEQUIOMETRIA. PRODUÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA – UNIDADE DIDÁTICA**, Maringá, p. 1-22, 2008. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2281-6.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2021.

CRAVEIRO, A.A.; CRAVEIRO, A.C.; BEZERRA, F.G.S. e CORDEIRO, F. **Química: um palpite inteligente**. Revista Química Nova. 16:3, 1993, p. 234-236. CUNHA, M.B. Jogos didáticos de química. Santa Maria: Grafos, 2000.

EDITORA MODERNA (São Paulo) (ed.). **Araribá Plus: Matemática**. 5ª. ed. rev. São Paulo: Moderna, 2018. 392 p. v. 1. ISBN 978-85-16-11265-3.

KEMPA, R. **Students learning difficulties in science: causes and possible remedies**. Esperanza de las Ciencias, v. 9, n. 2, p. 119-128, 1991.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Resolução nº RESOLUÇÃO CNE/CP Nº 2, de 22 de dezembro de 2017. Seção 1, p. 146. **Base Nacional Comum Curricular**, [S. l.], 21 dez. 2017.

NETO, Oscar Silva. **A Regra de Três nos currículos ao longo da história**. I Simpósio Educação Matemática em Debate, Joinville - SC, 2014.

PERUZZO, Francisco miragaia; CANTO, Eduardo Leite do. **Química na abordagem do cotidiano**: Química geral e inorgânica. 4^a. ed. São Paulo: Moderna, 2006. 408 p. v. 1.

PIO, J. M. (2006). **Visão de alunos do ensino médio sobre dificuldades na aprendizagem de Cálculo Estequiométrico**. Monografia (Graduação de Licenciatura em Química) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

QUEIROZ, Rosania Maria. **Razão Áurea**. 2007. Monografia (Matemática) - Universidade Estadual de Londrina – UEL, [S. I.], 2007.

ROVERE, Juliana; BARBIERI, Laís de Campos. **Química**: Ensino médio - 1^a série. São José dos Campos-SP: Poliedro, [2020]. 119 p. v. 2A. ISBN 978-65-5613-021-7.

SILVA, G. M. L. da; NETTO, J. F. de M.; SOUZA, R. H. de. **A abordagem didática da simulação virtual no ensino da Química: um olhar para os novos paradigmas da educação**. IN: V CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. Anais do XXII Workshop de Informática na Escola. Cidade. Ano 2016, 339-348. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/viewFile/6840/4718>. Acesso em: 20 set. 2021.

SILVA, Vinícius Gomes da. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Estadual Paulista, [S. I.], 2016.

APÊNDICE A

1) As simulações PhET

Balanciamento de Equações Químicas

The screenshot shows the PhET simulation interface for balancing chemical equations. At the top, there are two balance scales. The left scale, labeled 'N', is balanced with two blue spheres on each side. The right scale, labeled 'H', is unbalanced, with 4 white spheres on the left and 6 on the right. Below the scales are two boxes representing the reactants and products. The reactant box contains one N₂ molecule (two blue spheres) and two H₂ molecules (two pairs of white spheres). The product box contains two NH₃ molecules (one blue sphere and three white spheres). A large play button is in the center. Below the boxes is the chemical equation: $1 \text{ N}_2 + 2 \text{ H}_2 \rightarrow 2 \text{ NH}_3$. At the bottom, there are three radio buttons: 'Make Ammonia' (selected), 'Separate Water', and 'Combust Methane'. The PhET logo and navigation icons are at the bottom right.

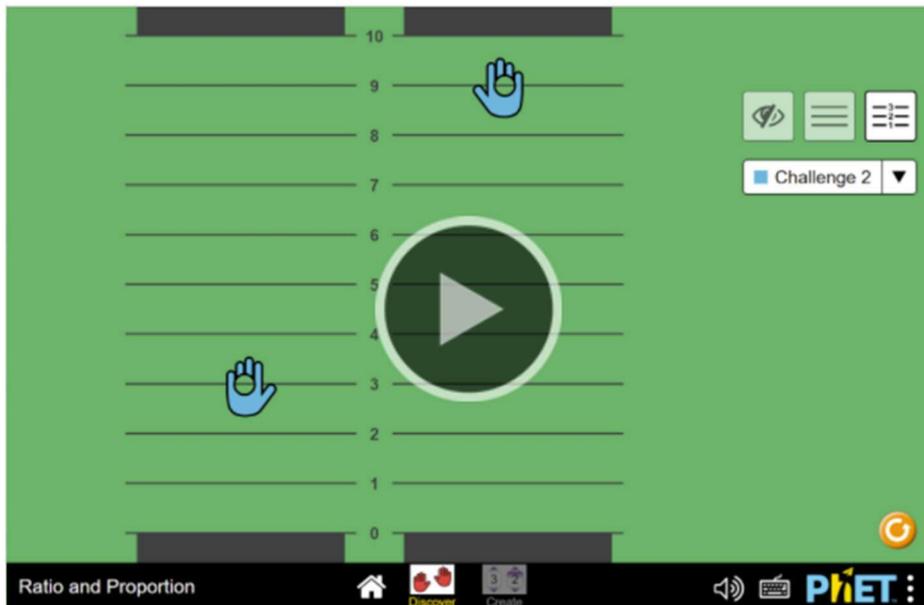
https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_pt_BR.html

Reagentes, Produtos e Excesso

The screenshot shows the PhET simulation interface for reactants, products, and leftovers. At the top, there is a reaction: 2 bread slices + 1 egg + 2 cheese slices → 2 sandwiches. Below this are three radio buttons: 'Cheese' (selected), 'Meat and Cheese', and 'Custom'. The main area is divided into two panels: 'Before "Reaction"' and 'After "Reaction"'. In the 'Before' panel, there are 6 bread slices, 5 eggs, and 4 cheese slices. In the 'After' panel, there are 2 sandwiches, 2 bread slices, 3 eggs, and 0 cheese slices. A large play button is in the center. At the bottom, there are three radio buttons: 'Sandwiches' (selected), 'Molecules', and 'Game'. The PhET logo and navigation icons are at the bottom right.

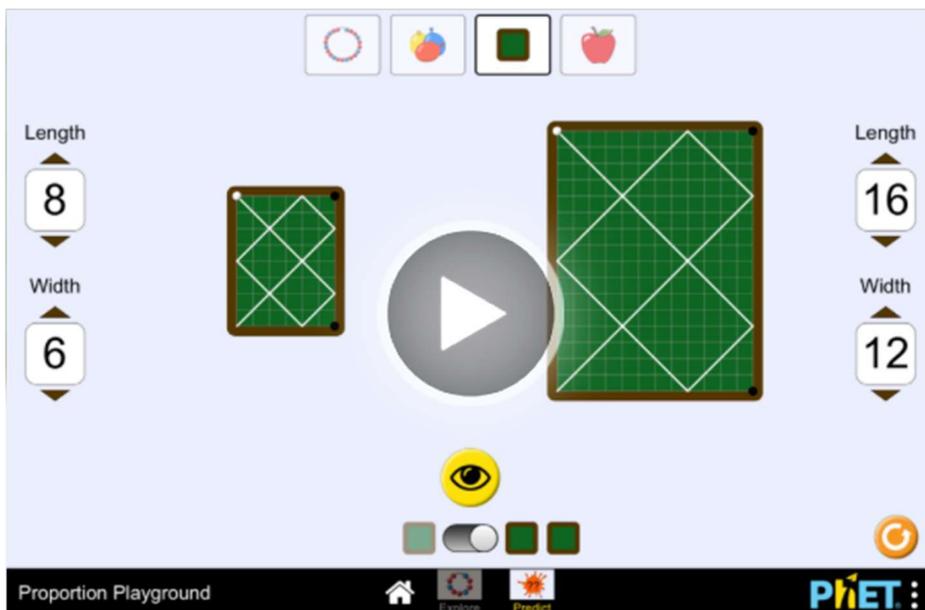
https://phet.colorado.edu/sims/html/reactants-products-and-leftovers/latest/reactants-products-and-leftovers_pt_BR.html

Razão e Proporção



https://phet.colorado.edu/sims/html/ratio-and-proportion/latest/ratio-and-proportion_pt_BR.html

Parque da Proporção



https://phet.colorado.edu/sims/html/proportion-playground/latest/proportion-playground_pt_BR.html

2) Interdisciplinaridade (Etapas de intervenção)

Fonte: Andrade 2021

1ª Etapa: Considerar uma equação química desbalanceada.	Reação: Dupla troca Reagentes: Gás metano e Água Produtos: Gás hidrogênio e monóxido de carbono $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2 + \text{CO}$
2ª Etapa: Atribuir variáveis aos coeficientes estequiométricos de cada substância que compõe os reagentes e produtos.	$\text{a.CH}_4 + \text{b.H}_2\text{O} \longrightarrow \text{c.H}_2 + \text{d.CO}$
Observando em nível microscópico a Lei de Lavoisier, sabe-se que numa equação química, os átomos se combinam. Assim, os átomos não são repartidos nem formados, a massa de reagentes é sempre igual à de produtos.	
3ª Etapa: Aplicando a Lei de Lavoisier em cada elemento presente nos reagentes e nos produtos, multiplica-se a variável pelo índice do elemento em destaque.	$\text{a.CH}_4 + \text{b.H}_2\text{O} \longrightarrow \text{c.H}_2 + \text{d.CO}$ <p>C: $\text{a} \cdot 1 = \text{d} \cdot 1 \Rightarrow \text{a} = \text{d}$ (I) O: $\text{b} \cdot 1 = \text{d} \cdot 1 \Rightarrow \text{b} = \text{d}$ (II) H: $\text{a} \cdot 4 + \text{b} \cdot 2 = \text{c} \cdot 2 \Rightarrow 4\text{a} + 2\text{b} = 2\text{c} : (2)$ $2\text{a} + \text{b} = \text{c} \Rightarrow \text{c} = 2\text{d} + \text{d} \Rightarrow \text{c} = 3\text{d}$ (III)</p>
Observamos que as variáveis a, b e c ficaram em função da variável d. Assim, sabendo-se que os coeficientes estequiométricos pertencem ao conjunto dos números inteiros não negativos (\mathbb{Z}^+). Deste conjunto, atribuímos um número inteiro à variável independente, d. Desde que o valor das variáveis dependentes a, b e c pertençam ao	

mesmo conjunto numérico mencionado acima.

4ª Etapa: Em cada uma das equações I, II e III, podemos associá-las a funções do 1º grau.

$$a = d \quad f(d) = d \quad f(d) = d$$

$$b = d \quad g(d) = d \quad g(d) = d$$

$$c = 3d \quad h(d) = 3d \quad h(d) = 3d$$

5ª Etapa: Começamos a substituir os valores à variável independente nas equações até que tenhamos todas as variáveis numericamente inteiras.

Para $d = 1$, temos:

$$f(1) = 1, \text{ logo } a = 1$$

$$g(1) = 1, \text{ logo } b = 1$$

$$h(1) = 1, \text{ logo } c = 3 \cdot 1 \quad c = 3 \quad \rightarrow$$

Assim, com $d = 1$, temos todos os coeficientes já inteiros.

6ª Etapa: Substituímos os coeficientes encontrados na equação química.



Reagentes: 1 átomo de carbono, 6 átomos de hidrogênio e 1 átomo de oxigênio

Produtos: 1 átomo de carbono, 6 átomos de hidrogênio e 1 átomo de oxigênio

Portanto, a equação química se encontra balanceada.