

## **Método-didático pedagógico para o ensino de Cálculos estequiométricos**

### **Didactic method for teaching stoichiometric Stoichiometric calculations**

DOI:10.34117/bjdv7n8-647

Recebimento dos originais: 07/07/2021

Aceitação para publicação: 30/08/2021

#### **Sarah Ribeiro Gomes**

Profa. MSc. Ciências e Engenharia de Materiais  
E.E.T.I. Dra. Zilda Arns Neumann  
Av. Santa Marta, S/N - Jesus me Deu, Manaus – AM  
E-mail: srsarahribeiro@gmail.com

#### **Ana Beatriz Gonçalves Barbosa da Cruz**

Graduanda em Direito - Faculdade Única de Timóteo  
Av. Acesita, 655 - Olaria, Timóteo -MG  
E-mail: anabbgcruz@gmail.com

#### **Eloane Lima de Almeida**

Ensino Médio - E.E.T.I. Dra. Zilda Arns Neumann  
Av. Santa Marta, S/N - Jesus me Deu, Manaus-AM  
E-mail: Eloane16.lima@outlook.com

#### **Geovana dos Santos Oliveira**

Graduanda em Psicologia - Universidade Paulista-UNIP  
Av. Mário Ypiranga, 4390 - Parque 10 de Novembro, Manaus - AM  
E-mail: geovgeovanasantos0907@gmail.com

#### **Jonathan Lima Damasceno**

Ensino Médio - E.E.T.I. Dra. Zilda Arns Neumann  
Av. Santa Marta, S/N - Jesus me Deu, Manaus-AM  
E-mail: damascenjonathan43@gmail.com

#### **Karolina Soares da Silva**

Graduanda em Engenharia Mecânica  
Centro Universitário do Norte - Uninorte  
Av. Igarapé de Manaus, 211 - Centro, Manaus – AM  
E-mail: karolinasoares.trabalho@gmail.com

### **RESUMO**

No ensino de Química, um dos temas de grande dificuldade de aprendizagem refere-se a estequiometria, palavra estequiometria (do grego stoicheon, elemento e, medida), relativo às medidas dos elementos químicos nas substâncias. De forma geral, a estequiometria compreende as informações quantitativas relacionadas a fórmulas e equações químicas, se baseando nas leis ponderais, quais sejam, a lei da conservação das massas e na lei das proporções fixas (ou definidas). Metodologias alternativas de

ensino, são fundamentais para auxiliar e facilitar a compreensão de temas químicos, tal como a estequiometria, e para despertar o interesse dos alunos pelo tema abordado, realizou-se o trabalho em dois momentos, inicialmente pela experimentação e posteriormente pela abordagem teórica, aplicando técnica de fácil realização de cálculos estequiométricos. Por meio da experimentação, entre o vinagre e sonrisal, foi possível a abordagem de aspectos químicos presentes na reação química, tais como dos fenômenos inerentes à formação de novas substâncias, expondo conceitos de reação química, bem como a relação estequiométrica entre reagentes e produtos e ainda, como a superfície de contato interfere no processo reacional. Para a realização dos cálculos estequiométricos, a concentração, interpretação e domínio de informações e de outros cálculos químicos pertinentes à estequiometria são indispensáveis sendo, portanto, de difícil assimilação. Como alternativa para a dificuldade encontrada ao ensinar estequiometria elaborou-se um método didático-pedagógico, o qual consistiu em quatro etapas teóricas, resultando na resolução de cálculos estequiométricos de forma simples e metodológica por regra de três. Dessa forma a abordagem relativa à estequiometria foi realizada inicialmente pela experimentação, apresentando diferentes relações estequiométricas, em seguida a abordagem quanto aos aspectos teóricos pertinentes à estequiometria, visando a fácil realização dos cálculos estequiométricos.

**Palavras Chaves:** Química, experimentação, estequiometria.

#### **ABSTRACT**

In the teaching of chemistry, one of the subjects of great difficulty in learning refers to stoichiometry, the word stoichiometry (from the Greek stoicheon, element and, measure), related to the measurements of the chemical elements in substances. In general, stoichiometry comprises quantitative information related to chemical formulas and equations, based on the weight laws, namely, the law of conservation of masses and the law of fixed (or defined) proportions. Alternative teaching methodologies are fundamental to aid and facilitate the understanding of chemical topics, such as stoichiometry, and to arouse the students' interest in the topic, the work was done in two moments, initially through experimentation and later through a theoretical approach, applying a technique for easy stoichiometric calculations. Through experimentation, between vinegar and sonrisal, it was possible to approach the chemical aspects present in the chemical reaction, such as the phenomena inherent in the formation of new substances, exposing concepts of chemical reaction, as well as the stoichiometric relationship between reactants and products, and also how the contact surface interferes in the reaction process. To perform the stoichiometric calculations, concentration, interpretation and mastery of information and other chemical calculations pertinent to stoichiometry are indispensable and, therefore, difficult to assimilate. As an alternative to the difficulty encountered when teaching stoichiometry, a didactic-pedagogical method was developed, which consisted of four theoretical steps, resulting in the resolution of stoichiometric calculations in a simple and methodological manner by rule of three. Thus, the approach to stoichiometry was carried out initially by experimentation, presenting different stoichiometric relationships, then the approach to the theoretical aspects of stoichiometry, aiming at the easy realization of stoichiometric calculations.

**Key-words:** Chemistry, experimentation, stoichiometry.

## 1 INTRODUÇÃO

A matéria consiste em uma complexa e minúscula organização atômica, a qual resulta na formação de substâncias químicas, e estas reagem entre si e formam outras substâncias conservando suas massas e em proporções definidas. Tais fenômenos foram estudados pelos químicos Antoine-Laurent de Lavoisier e Joseph Louis Proust, sendo abordado pela estequiometria no ensino de Química. Em particular tal tema, necessita de competências e habilidades bem específicas, como interpretação e resolução de cálculos matemáticos, mediante os conhecimentos químicos de um processo reacional (ANTUNES, 2013; MARTINS JÚNIOR, 2012).

Diante do exposto, metodologias alternativas para o ensino de estequiometria são relevantes para auxiliar e facilitar a compreensão de tal temática. Ressalta-se que a estequiometria se refere as relações quantitativas das transformações químicas que envolvem os fenômenos, implícitos nas fórmulas e nas equações químicas. Daí, aprender a transitar pelos níveis de interpretação da matéria torna-se um elemento fundamental para a compreensão de conceitos envolvidos nos estudos da estequiometria (AGUIAR, 2017).

Nesta perspectiva, a presente pesquisa por meio da experimentação e problematização desenvolveu uma nova alternativa para resolução de cálculos de estequiometria, sendo denominado de método didático-pedagógico para o ensino de cálculos estequiométricos.

Na pesquisa em pauta, a abordagem relativa à estequiometria foi realizada inicialmente pela experimentação, possibilitando uma aprendizagem significativa concernentes à compreensão do desenvolvimento de um processo químico reacional, bem como percepção das relações estequiométricas de uma reação química. E posteriormente, abordou-se aspectos teóricos pertinentes à estequiometria culminando na resolução dos cálculos estequiométricos.

## 2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A presente pesquisa foi desenvolvida em escola pública de Ensino do estado do Amazonas-AM, na Escola de Tempo Integral Dra. Zilda Arns Neuman, localizada na zona Norte do município de Manaus. Visando uma aprendizagem significativa abordando o tema de estequiometria, formou-se um grupo de estudo com alunos da 2<sup>a</sup> Série do Ensino Médio na disciplina de Química. Os procedimentos metodológicos

foram realizados em dois momentos: experimentação e abordagem teórica com a aplicação do método didático-pedagógico.

## 2.1 EXPERIMENTAÇÃO

Concernente a experimentação, os principais materiais utilizados foram de fácil acesso e baixo custo. Foram executados dois experimentos, ambos tendo como reagentes principais, o ácido acético (vinagre) e o bicarbonato de sódio (sonrisal). No experimento 1, utilizou-se três balões, três erlenmeyers, quatro sonrisais e corantes. No primeiro balão inseriu-se um comprimido de sonrisal inteiro. No segundo balão inseriu-se um comprimido de sonrisal triturado. E no terceiro balão inseriu-se dois comprimidos de sonrisais triturados. Em seguida colocou-se 50 mL de vinagre em cada erlenmeyer e, adicionou-se três gotas de corantes diferentes em cada erlenmeyer. Fixou-se os balões nos recipientes e na sequência verteu-se os comprimidos efervescentes para que entrassem em contato o vinagre. O experimento 2, consistiu na variação das quantidades dos reagentes, vinagre e bicarbonato de sódio. Assim, colocou-se 40 mL de vinagre em um frasco e cerca de 25 g de bicarbonato de sódio em um balão, fixou-se o balão no frasco e verteu-se o sal possibilitando o contato com o vinagre, repetiu-se tal procedimento, porém utilizando 100 mL de vinagre e aproximadamente 40 g de bicarbonato de sódio.

## 2.2 ABORDAGEM TEÓRICA

Quanto à abordagem teórica, esta foi trabalhada em quatro etapas. Na primeira etapa abordou-se a teoria relativo à fórmula química e massa molecular, explicando a diferença entre massa atômica e massa molar. A segunda etapa desafiadora, consistiu na explicação de como as substâncias reagem e são representadas por equações químicas balanceadas. A terceira etapa consistiu na assimilação dos conceitos das grandezas: massa molar, mol, constante de Avogadro e volume molar das substâncias. E por fim a quarta etapa, que consistiu na aplicação metodológica para resolução dos cálculos pela regra de três. Ressalta-se que a metodologia aplicada nesta etapa, necessitou de três leituras para montar a regra de três e encontrar a solução do problema. Na primeira leitura localizou-se a reação química, qual precisa estar balanceada corretamente e identificou-se as substâncias envolvidas para fins de cálculos. Na segunda leitura, identificou-se os parâmetros de cálculos, seja massa molar, volume molar, constante de Avogadro e mol e calculou-se tais parâmetros baseado na reação balanceada. Na terceira

leitura, finalizou-se a regra de três retirando a informação do problema com as devidas conversões se necessárias e reconhecendo a incógnita e por fim encontrou-se a resposta do problema por cálculos matemáticos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Notadamente, ensinar estequiometria configura-se em um grande desafio na disciplina de Química, a estratégia adotada para apresentar o tema aos alunos foi através da experimentação, pois esta desperta e aguça o senso crítico, principalmente dos alunos observadores. Por meio dos experimentos, os alunos perceberam claramente o processo reacional, bem como as relações estequiométricas. Segundo Santos e Silva (2013) a estequiometria estuda as relações quantitativas das transformações químicas que estão implícitas nas fórmulas e nas equações químicas. Tais informações quantitativas são obtidas por meio de cálculos matemáticos. E na presente pesquisa, os cálculos foram realizados através de três leituras direcionadas.

#### 3.1 ASPECTOS TEÓRICOS QUANTO A FORMAÇÃO REACIONAL

O experimento 1, permitiu três importantes observações, os balões encheram, as reações apresentaram tempos diferentes de dissolução dos comprimidos efervescentes e ainda os balões exibiram volumes diferentes (Figura1). Dessa forma, analisou-se a formação dos produtos, velocidade da reação e a relação estequiométrica.

Como apresentado por Brisola, Avanci, Cecílio (2016), a reação química entre o ácido acético presente no vinagre e bicarbonato de sódio, composto de caráter básico, resultam na formação de acetato de sódio, gás carbônico e água, conforme reação:  $\text{H}_3\text{CCOOH}_{(aq)} + \text{NaHCO}_{3(s)} \rightarrow \text{H}_3\text{CCOO}^- \text{Na}^+_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ . A liberação de gás carbônico aumentou a pressão interna do sistema, o qual permitiu o enchimento dos balões.

Os alunos também perceberam que as reações apresentaram velocidades diferentes. Nesse momento, foi possível abordar que as reações químicas possuem fatores que alteram a velocidade reacional, tal como a superfície de contato, pois o estado físico do sonrisal interferiu na velocidade da reação. O sonrisal triturado dissolveu mais rápido, quando comparado com o tempo de dissolução do sonrisal inteiro. Conforme Novaes e Tissoni (2013), quanto maior a superfície de contato (sonrisal triturado), maior a frequência de colisões entre as unidades dos reagentes, resultando em maior velocidade reacional.

Por fim, observou-se as diferentes relações estequiométricas da reação devido à quantidade de reagente utilizado.

Figura 1. Experimento 1



No intuito de enfatizar a proporção estequiométrica no processo reacional, realizou-se o experimento 2, o qual possibilitou verificar claramente que diferentes quantidades de reagentes produziram diferentes quantidades de produto (Figura 2).

Ressalta-se que as reações químicas obedecem às leis ponderais, quais sejam a Lei da conservação das massas, proposta por Lavoisier, a qual refere-se a massa total constante durante uma transformação química em sistema isolado e a Lei das proporções constantes, defendida por Proust, que diz que os elementos constituintes (reagentes e produtos) em uma reação mantêm sempre uma proporção constante em massa (MARTINS JÚNIOR, 2012). Tais leis permitem a compreensão da proporcionalidade, onde a transformação relaciona-se diretamente com a quantidades de reagentes, resultando na mesma quantidade em produtos, sempre em proporções definidas.

Figura 2. Experimento 2



O experimento realizado permitiu a contextualização visual das proporções estequiométricas decorrente da reação analisada. Destaca-se que a contextualização do tema pela execução experimental despertou o interesse dos alunos, permitindo o envolvimento dos alunos quanto a resolução dos cálculos estequiométricos.

### 3.2 ASPECTOS TEÓRICOS QUANTO À RESOLUÇÃO DOS CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS

A determinação das quantidades das substâncias envolvidas em qualquer processo reacional necessita de aplicação matemática, tornando-se um grande desafio ensinar estequiometria, pois além dos conhecimentos de química, o aluno precisa da competência em interpretar e resolver cálculos matemáticos.

A resolução dos cálculos estequiométricos foi trabalhada de duas maneiras, pela interpretação do problema e pelo método de leituras direcionadas. Ressalta-se que o sucesso dos cálculos estequiométricos, depende do domínio de balanceamento das reações, dos cálculos das grandezas e da montagem da regra de três para determinação da incógnita.

Apresenta-se um exemplo da aplicação do referido método na Figura 3. As leituras direcionadas permitiram montar rapidamente a regra de três e por conseguinte, a determinação final da incógnita, no caso, a quantidade de substância química em análise. Por fim, os alunos verificaram que a resolução dos cálculos pelas leituras direcionadas permitiram a resolução dos problemas de forma rápida e fácil.

Notadamente aulas experimentais no ensino de Química são possíveis com a utilização de materiais de fácil acesso e baixo custo. Foi proposto aos alunos experimentação com vinagre (ácido acético) e bicarbonato de sódio. Tais reagentes resultaram em sal, gás e água, segundo reação balanceada:

$$\text{H}_3\text{CCOOH (aq)} + \text{NaHCO}_3 \text{ (s)} \rightarrow \text{H}_3\text{CCOO}^- \text{Na}^+ \text{ (s)} + \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)}$$

Considerando as condições normais de temperatura e pressão (CNTP), qual o volume de  $\text{CO}_2$  produzido a partir de 5 g de  $\text{NaHCO}_3$  ?

$\text{NaHCO}_3 \text{ (s)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)}$			
$\text{NaHCO}_3$ massa (g)	→	$\text{CO}_2$ volume (L)	
84 g		22,4 L	
$\text{NaHCO}_3$ massa (g)	→	$\text{CO}_2$ volume (L)	
84 g	-	22,4 L	
5 g	-	X	
		X=1,33 L	

1ª Leitura : Identificação das substâncias químicas

2ª Leitura : Identificação e cálculo das grandezas químicas

3ª Leitura : Identificação da incógnita e montagem regra de três

Dessa forma, considera-se o método de fácil aplicação, sendo válido para resolução de cálculos estequiométricos independente da área de conhecimento. Tal método traz um auxílio para os indivíduos que enfrentam dificuldades na interpretação de questões com equações químicas. Assim, tal método configura-se como um instrumento pedagógico para facilitar o ensino de estequiometria.

#### **4 CONCLUSÃO**

Dessa forma, a pesquisa em pauta, promoveu uma aprendizagem ativa por meio da problematização experimental e teórica, onde os alunos interagiram entre si, levantaram hipóteses, analisaram, interpretaram os resultados, e ainda apresentaram os experimentos em congresso local, bem como perceberam nova possibilidade de resolução de estequiometria por meio de três leituras direcionadas. Ressalta-se ainda que, a aplicação dessa nova possibilidade torna mecânico a resolução dos cálculos estequiométricos, desmistificação assim a resolução química de tais cálculos.

#### **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho destaca o papel da experimentação no ensino de Química como fundamental para estimular a aprendizagem científica, possibilitando observações, questionamentos, levantamento de hipóteses, análise e a interpretação de fenômenos químicos.

Ressalta-se que para a aplicação do método desenvolvido, o conhecimento básico quanto aos aspectos químicos de uma reação é essencial para a resolução dos cálculos. Diante disso, sugere-se elaboração de material didático visual afim de ensinar de forma lúdica o balanceamento das equações químicas.

Considera-se esse método como uma possibilidade pedagógica, podendo ser aplicado tanto no ensino básico como no ensino superior, nos cursos que abordem o tema, pois tal metodologia permite a fácil resolução dos cálculos estequiométricos.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, Carlos Eduardo Pereira. Contribuições da contextualização e modelagem sob o enfoque simbólico-matemático no processo de ensino-aprendizagem da estequiometria. 2017. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

ANTUNES, Murilo Tissoni. Ser Protagonista: Química. Volume 1, Ensino Médio, 2ª edição, Editora SM, São Paulo, 2013.

BRISOLA, Janaína de Castro; AVANCI, Juliana M. T. Matta; CECÍLIO, Waléria Adriana González. Experimentação e a prática de modelagem matemática: estequiometria e ajuste de curvas In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades, 12., 2016, São Paulo. Anais...São Paulo: SBEM, 2016. p.1-12.

MARTINS JÚNIOR, Francisco Ranulfo Freitas. A teoria aliada a experimentação na abordagem das leis ponderais da matéria para a promoção de aprendizagem significativa no ensino médio. 2012. 107 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

NOVAIS, Vera Lúcia Duarte de; ANTUNES, Murilo Tissoni. Vivá: Química. Volume 2, Ensino Médio, Editora Positivo, Curitiba, 2016.

SANTOS, Livia Cristina; 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. Girona, n.º extra, IX Congrès d'Investigació en Didàctica de les Ciències. pp. 3205-10, set. 2013. Disponível em: <<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/308303>>. Acesso em 29 jun. 2021.