



BAQUI: UM MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE BALANCEAMENTO DE EQUAÇÃO QUÍMICA

*Bárbara Ane Sousa dos Santos, Abrão Félix da Penha, Cesário Francisco das Virgens,
Idália Helena Santos Estevam, Uneb.*

barbarasousads@gmail.com

RESUMO

O ensino de estequiometria é indicado para a segunda série do ensino médio, por vezes sendo considerado um conteúdo abstrato e de difícil compreensão por parte dos estudantes. Embora seja importante para compreensão de outros conteúdos da química, por muitas vezes é resumido a simples operações matemáticas de regra de três, dissociado dos conteúdos pilares que são as Leis ponderais. O presente artigo tem como objetivo descrever a elaboração e aplicação de um material didático intitulado “BaQUI” desenvolvido com a finalidade de mediar o ensino de balanceamento de equação química. Pretende-se por meio deste material desenvolvido em três níveis de dificuldade, com materiais de baixo custo e de fácil reprodução, apoiar o aprendizado e minimizar a dificuldade acerca da compreensão da estequiometria. A aplicação foi realizada em uma turma de ensino médio de uma escola da rede estadual de ensino da cidade de Salvador – Ba e durante a aplicação verificou-se que os estudantes demonstravam estar motivados com a utilização do material, realizando a transposição entre códigos e símbolos do material e próprios da linguagem química. O material se mostrou eficiente para ser utilizado na mediação do conteúdo proposto, podendo ser empregue em distintos momentos do ensino.



Palavras-chave: material didático; ensino de química; estequiometria; lei de ação das massas.

INTRODUÇÃO

O termo “estequiometria” origina-se do grego *stoikheíon*, -ou, elemento principal, princípio fundamental, base + -metria, referindo-se ao estudo das relações e proporções dos elementos químicos em uma reação química (PRIBERAM DA LÍNGUA PORTUGUESA, [s.d.]). É um dos assuntos apontados como um dos mais importantes a serem trabalhados no ensino médio, estando disposto nas listas de conteúdos de química nos documentos nacionais norteadores da educação, como a Base Nacional Comum Curricular. Normalmente este conteúdo é discutido no segundo ano do ensino médio, e se faz importante para conhecimento a respeito dos aspectos quantitativos envolvidos em uma reação química (BRASIL, 2018). Muitas vezes é remetido a simples operações matemáticas de regra de três, porém, possui um significado químico atrelado às relações de determinação das quantias. Um dos conceitos que se relacionam intrinsecamente com a estequiometria, é a quantidade de substância, que tem por unidade o mol e se faz fundamental na compreensão das relações quantitativas e transposição entre os níveis macroscópico e microscópico da matéria (BORGES, 2015).

Embora a estequiometria apareça em tópicos isolados de materiais didáticos, é sempre aplicada em transformações químicas e sua compreensão perpassa pela interpretação de coeficientes e índices estequiométricos nas fórmulas e equações químicas (TRISTÃO; DEFREITAS-SILVA; JUSTI, 2008). Alguns autores descrevem a importância do trabalho com este conteúdo no ensino médio por ser empregue na compreensão de outros, a exemplo equilíbrio e cinética química (DIAS, 2015) e nos livros de química do ensino superior, normalmente é atrelado aos conteúdos de reações químicas, análises volumétricas, além de equilíbrios químicos em solução aquosa.



Como forma de minimizar as dificuldades encontradas no entendimento de alguns conteúdos por parte dos estudantes, principalmente no que se refere ao nível de abstração envolvido, pode-se desenvolver recursos auxiliares da prática pedagógica, que possuem por finalidade auxiliar na construção de conhecimento dos estudantes acerca de conteúdos que envolvem níveis de descrição da matéria macroscópico e microscópico, complexidade do nível representacional simbólico, bem como a linguagem específica da química (LIMA, 2007), e desenvolvê-lo com maior dinamicidade, sendo o professor o responsável pela mediação da interação do estudante com o material didático.

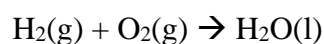
Os recursos didático-pedagógicos como elementos congregados à prática educacional podem exercer funções peculiares, conforme as suas características. Eles estabelecem uma forma de mediação entre educador, estudantes e o conhecimento a ser aprendido (CRISTINA; VICENTE, 2016).

Esses recursos podem ser expressos de diferentes maneiras, como material-concreto, a exemplo de alguns modelos moleculares de química orgânica, e também modelo simbólico, com representação de símbolos e fórmulas de substâncias e equações químicas (GILBERT, 2004), e dessa maneira, são utilizados com a intenção de ser um facilitador para compreensão de conteúdos.

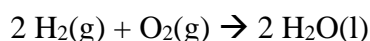
Entende-se que por muitas vezes as relações estequiométricas são abordadas como puras aplicações matemáticas, dissociadas do conteúdo químico e que é fundamental o estudo sobre as Leis Ponderais, para o entendimento de balanceamento de equação química e das relações estequiométricas existentes numa equação química principalmente a que diz respeito a conservação das massas, proposta por Lavoisier, é o que aponta os trabalhos de (RODRIGUES, 2014) e (SILVA; BERTINI; ALVES, 2018). A lei de conservação das massas propõe que em um sistema fechado a massa de reagentes e produtos permanecem constantes durante uma transformação química, por exemplo, para a reação de síntese da



água (H₂O) a partir dos gases hidrogênio (H₂) e oxigênio (O₂) a seguinte expressão que relaciona as fórmulas químicas das substâncias envolvidas não está de acordo com a lei de conservação das massas, verifica-se quantidades diferentes de átomos do mesmo elemento químico em ambos os lados da equação química:



A massa dos reagentes H₂ e O₂ deve-se igualar a massa do produto H₂O, o que é traduzido nas quantidades iguais de átomos dos elementos químicos que participam da reação nos dois membros da equação química (reagentes → produtos). A partir da modificação dos coeficientes estequiométricos (números que aparecem antes da fórmula química das substâncias), tem-se a expressão:



Indicando uma equação química balanceada, com igualdade das massas de reagentes e produtos, e uma proporção constante entre os elementos presentes na composição das substâncias (SILVA, 2006). É necessário dedicar uma atenção maior aos processos comunicativos e desenvolver aulas mais dialógicas que possam auxiliar na elaboração e evolução de conceitos durante o estudo de conteúdos químicos, como por exemplo, o de radioatividade, equilíbrio químico, soluções, estequiometria, entre outros, que são na maioria das vezes, considerados de difícil compreensão pelos estudantes (FELICIO; SOARES, 2018a). Portanto, pretende-se com o desenvolvimento do presente material didático, auxiliar no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de estequiometria, direcionado para ser trabalhado no ensino médio e que necessita de um certo grau de abstração para sua compreensão, apoiando no desenvolvimento da cognição do estudante.

METODOLOGIA



Através de levantamento de referenciais nacionais entre os anos 2009 e 2018, foram encontrados artigos, teses, livros entre outros documentos, relacionados a propostas de materiais didáticos. Estes materiais foram analisados, e partir disso foi idealizado e desenvolvido o material didático para ensino de estequiometria. O material elaborado consiste em peças e cartas informativas, contendo representações de substâncias e reações com equações químicas para balanceamento. As peças foram confeccionadas com a utilização de um Software de gráficos online, chamado Vector, Ferramenta de Captura do Windows, e o programa Microsoft Word 2013. Foram selecionadas reações químicas em livros de química geral e artigos de ensino superior, buscando explorar uma maior variedade de tipos de reações químicas, como reações de síntese, decomposição e com o envolvimento de oxirredução, além das reações de simples ou dupla troca, que pudessem ter as equações químicas, balanceadas pelo método de tentativa. Buscou-se informações sobre a aplicação de substâncias envolvidas nas reações químicas em situações do cotidiano, para contextualizar a reação química que está sendo representada através equação química. As peças confeccionadas foram impressas com tinta colorida em folhas de papel cartão e ofício, e plastificadas com papel contact para maior durabilidade. As peças que representam as substâncias de cada equação química foram armazenadas em envelopes pequenos, com a indicação da numeração correspondente a ficha informativa que continha a equação para balanceamento. As fichas e os envelopes contendo as representações das substâncias foram armazenados em envelopes maiores, com coloração verde, amarelo e vermelho, de acordo com o nível de dificuldade envolvido.

A aplicação do material didático ocorreu em uma turma de estudantes do 2º ano do ensino médio, turma C, do Colégio Estadual Luis Viana Filho, localizado no bairro de Brotas, em Salvador – Bahia, no intervalo de tempo de 50 minutos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES



O material didático desenvolvido foi direcionado ao ensino do conteúdo de estequiometria, e dessa forma foi projetada a construção de um modelo que mediado pelo professor, viesse a auxiliar na construção do conteúdo de forma mais intuitiva com a utilização de peças coloridas representando didaticamente as substâncias presentes na equação química a ser balanceada, para que posteriormente o estudante seja possibilitado a realizar a transposição didática, saindo do nível representacional simbólico para o nível representacional da química.

De acordo com o referencial consultado (NOGUEIRA; SILVA; OLIVEIRA, 2011), para entender e estudar a química enquanto ciência, é necessário compreender a linguagem da química, ou seja, o uso de modelos, fórmulas estruturais, equações, gráficos, figuras e símbolos como as letras que compõe as fórmulas químicas. Numa equação, os símbolos que aparecem representados nas substâncias reagentes, são os mesmos que aparecem nas substâncias produtos, porém arranjados de maneira diferente, pois representam as estruturas fundamentais da matéria, átomos, que não são criados ou destruídos durante as transformações químicas.

Inicialmente foram escolhidas reações químicas com a utilização de livros e artigos de química do ensino superior, cujas equações eram facilmente balanceadas pelo método das tentativas, e essas equações foram separadas de acordo com os níveis de dificuldade estabelecidos, seguindo os seguintes critérios: Para o nível 1, definido como “café com leite”, foram escolhidas equações químicas que envolviam alteração no coeficiente estequiométrico de apenas uma ou duas das fórmulas químicas indicadas na equação química, nesse nível haviam no máximo três representações de substâncias envolvidas em cada equação química, com exceção da última para esse nível. Já no nível 2, definido como “para aquecer”, foram escolhidas equações químicas que envolviam modificação no coeficiente estequiométrico de duas fórmulas químicas, e essas equações apresentavam quatro substâncias representadas na equação química. Nesses dois níveis



de dificuldade, o estudante desenvolve o balanceamento da equação química de forma intuitiva, utilizando peças que simbolicamente representam as substâncias, conforme está indicado nas Figuras 1 e 2.



Figura 1. Fichas informativas – nível 1.



Figura 2. Fichas informativas – nível 2.



Figura 3. Fichas informativas – nível 3.

Conforme a figura 3, no nível 3 do material didático, denominado “expert” as equações químicas não continham peças para balanceamento de forma intuitiva, sendo necessária a realização de uma transposição dos símbolos utilizados nos últimos dois níveis para assim balanceá-las.

Para representar simbolicamente os elementos químicos indicados nas fórmulas químicas foi atribuído uma cor distinta para cada elemento químico, essas cores foram escolhidas tomando como base uma padronização presente no artigo “Construção e emprego de modelos do tipo bola e imã para visualização tridimensional de estruturas moleculares em sala de aula” de (SILVA et al., 2019), e estão esquematizadas na tabela 1. Para os elementos que não constavam na tabela padronizada consultada, foram atribuídas outras cores de forma aleatória.



Tabela 1. Legenda de símbolos e códigos dos elementos químicos

Nome do elemento químico	Símbolo do elemento químico	Código	Fósforo	P	
Alumínio	Al		Hidrogênio	H	
Bromo	Br		Iodo	I	
Carbono	C		Magnésio	Mg	
Chumbo	Pb		Manganês	Mn	
Cloro	Cl		Nitrogênio	N	
Enxofre	S		Oxigênio	O	
Estrôncio	Sr		Potássio	K	
Ferro	Fe		Sódio	Na	

Essa tabela construída faz parte do kit do material didático, e nela constam o símbolo e o código atribuído a todos os elementos químicos que aparecem nas equações químicas trabalhadas no material. Além desses materiais descritos acima, foram elaboradas instruções para conduzir o estudante a ordem mais adequada para iniciar o balanceamento da equação, seguindo a ordem de metais, ametais, átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio. Também foram entregues fichas de sondagem sobre o conteúdo químico, fichas de respostas e questionário de avaliação do material didático.

No dia da aplicação do material didático estavam presentes 25 estudantes em sala de aula. Inicialmente, foi realizado uma apresentação sobre as Leis Ponderais que regem a estequiometria, especificamente a Lei de Conservação das Massas, buscando resgatar conceitos prévios sobre o conteúdo de reações químicas, focando no significado e na importância do balanceamento da equação química. Em seguida, foi entregue uma ficha de sondagem com uma equação química para que os estudantes tentassem realizar o balanceamento, após o tempo de cinco minutos, essa ficha foi recolhida e então foi explicado de forma geral a constituição do material e orientações de utilização, solicitando que os estudantes se dividissem em cinco grupos e com auxílio de um dos integrantes da turma houve a distribuição dos kits do material didático para os grupos, conforme figura 4.



Figura 4. Kit de aplicação do modelo didático.

Cada grupo de estudantes recebeu um kit com os envelopes dos três níveis de dificuldade representado pela Figura 4, uma tabela com os códigos e símbolos dos elementos químicos, instrução para o balanceamento da equação química e uma ficha de resposta.

Durante a aplicação, a professora responsável pela construção do material didático percorria em todos os grupos dando orientações sobre como realizar o balanceamento químico, deixando claro que as substâncias estavam didaticamente representadas por cores e peças, enfatizando que o átomo não possuía cores, e que aquilo era uma forma de extrapolação para auxiliar a entender o procedimento de balanceamento de equação química e a Lei de Conservação das Massas.

O material didático não pode ser todo explorado por conta do tempo de aplicação, sendo possível identificar que os estudantes só conseguiram realizar os balanceamentos de equações do nível 1 e dois balanceamentos de equações do nível 2. Analisando o total de acertos e erros do nível 1, pode-se observar que do total de vinte e uma questões respondidas pelos estudantes, houve um acerto de 90% no balanceamento.

No nível 2, somente um dos grupos participantes conseguiu iniciar as atividades propostas para esse nível dentro do tempo estabelecido, realizando o balanceamento de duas



equações químicas, obtendo-se um acerto de 100% no balanceamento das equações para esse nível. No entanto, acredita-se que o tempo de aplicação não foi suficiente para que os estudantes pudessem desenvolver a parte cognitiva em relação as etapas necessárias para o balanceamento das equações, por essa razão apenas um grupo conseguiu chegar no nível 2 com a resolução de duas equações químicas, enquanto os demais grupos só conseguiram finalizar o nível 1, e o nível 3 não pode ser explorado durante essa aplicação.

O questionário compartilhado ao término da aplicação era estruturado por três perguntas referentes ao material didático e uma equação química para verificação de aprendizagem sobre o conteúdo. Após a análise obteve-se as seguintes conclusões: na primeira questão que se referia a utilização do material didático e o auxílio deste, na compreensão de balanceamento de equação química, 72% dos estudantes responderam que o material didático auxiliou, 28% que não e dentre as justificativas estão algumas frases em destaque sobre a aplicação do material didático:

“Sim, pois ajuda o aluno a aprender de forma mais didática e divertida”

“Mais ou menos, eu tenho muita dificuldade na matéria, mas achei a ideia bem interessante”

“Achei o material bom, porém não consegui concluir a atividade”

“Sim, por que foram materiais bons e interessantes, ao contrário das outras aulas”

“Sim, fica mais fácil entender utilizando o material”

Na segunda pergunta do questionário buscava-se saber se a metodologia empregada auxiliou no raciocínio para compreensão do balanceamento de equação química, e 80% dos estudantes responderam que sim, 12% responderam que não e 8% não responderam



a essa questão. Por tanto a maioria dos estudantes responderam que essa metodologia auxilia no raciocínio, e isso pode ser observado por meio de algumas respostas a seguir:

“Dá vontade maior de buscar respostas por ser uma coisa mais divertida”

“Sim, pois com um tipo de jogo tive mais interesse, a aula ficou legal e não chata”

“A interação com o grupo me fez aprender bastante”

“Sim, de forma que me fez ficar mais interessado”

Percebe-se que embora o material didático não tenha características de jogo com a inclusão de regras e clima de competição (FELICIO; SOARES, 2018b), por possuir um caráter lúdico desperta um maior interesse sobre o conteúdo, tornando os estudantes atentos e além disso, a aplicação em grupos possibilita uma maior interação entre eles.

Quando se observa as respostas dadas a questão três do questionário, relacionada a forma como o material didático aborda o conteúdo de estequiometria de forma estimulante e atraente e os pontos de melhorias que podem ser sugeridos para o material, os estudantes em 64% respondem que o material torna o conteúdo mais atraente, justificando em sua grande maioria que a forma lúdica do material promove uma maior vontade de participação na aula, 8% dos estudantes responderam que não e não justificaram e 28% deixaram a questão em branco. A seguir encontra-se algumas das respostas atribuídas para essa última questão pelos estudantes:

“Sim, porque foi dinâmica e atrativa”

“Sim, ter uma maior duração a aula”

“Sim, achei interessante e alguns complexos”



“Sim, com esse método de jogos é melhor para aprender, incentiva mais para tentar entender o assunto”

O último item deste questionário, é uma equação química com o mesmo nível de dificuldade da equação química de sondagem, entregue no início da aplicação para verificação do conhecimento dos estudantes acerca do conteúdo de estequiometria. Esperava-se com as respostas dessas equações químicas realizar um comparativo entre a quantidade de equações químicas balanceadas corretamente antes e ao final da aplicação, para agregar dados que fundamentassem se a utilização do material didático foi eficaz. Entretanto o tempo atribuído para a resolução do balanceamento da equação química é inferido como insuficiente, os estudantes no momento de recolhimento dessas fichas relataram isso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O material didático foi elaborado para utilização no ensino de balanceamento de equação química, por ser um material de baixo custo e simples reprodução pode ser facilmente utilizado para o ensino deste conteúdo. Além disso, a organização do material didático por níveis de dificuldade, permite com que ele seja trabalhado com diversos objetivos no ensino, inclusive para o ensino do conteúdo com mediação do professor. Acredita-se a utilização das peças de balanceamento intuitivo, por serem coloridas e representarem didaticamente as substâncias, ajuda o estudante a compreender a Lei de Conservação das Massas e como proceder o balanceamento pelo método das tentativas, além do motivo pelo qual o coeficiente estequiométrico é alterado durante o balanceamento, realizando assim a transposição do nível microscópico para o nível macroscópico. A estratégia de aplicação desse material didático no tempo de cinquenta minutos não foi suficiente, entretanto infere-se que os resultados podem ser melhores, se desenvolvido em um maior



tempo de aplicação ou se diminuído a quantidade de equações químicas dos níveis trabalhados.

REFERÊNCIAS

BORGES, D. A. PROBLEMAS ESTEQUIOMÉTRICOS EM QUÍMICA: UMA QUESTÃO DE PROPORCIONALIDADE. **Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**, v. 13, n. 3, p. 155, 2015.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular - Educação é a base - Ensino Fundamental. p. 472, 2018.

CRISTINA, R.; VICENTE, A. Materiais didático-pedagógicos para o Ensino de Química. **II Colbeduca**, p. 446–458, 2016.

DIAS, E. Análise da concepção epistemológica de objetos de aprendizagem com o conteúdo de balanceamento de equações químicas para o ensino médio. **Universidade Cruzeiro do Sul**, p. 1–101, 2015.

FELICIO, C. M.; SOARES, M. H. F. B. Da Intencionalidade à Responsabilidade Lúdica: Novos Termos para Uma Reflexão Sobre o Uso de Jogos no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 3, p. 160–168, 2018a.

FELICIO, C. M.; SOARES, M. H. F. B. Da Intencionalidade à Responsabilidade Lúdica: Novos Termos para Uma Reflexão Sobre o Uso de Jogos no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. XX, 2018b.

GILBERT, J. K. Models and modelling: Routes to more authentic science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 2, n. 2, p. 115–130, 2004.

LIMA, A. DE A. **O uso de modelos no ensino de química: uma investigação acerca dos saberes construídos durante a formação inicial de professores de Química da**



UFRN. [s.l: s.n.].

PRIBERAM DA LÍNGUA PORTUGUESA, D. **Estequiometria**, [s.d.]. Disponível em:
<<https://dicionario.priberam.org/estequiometria>>

RODRIGUES, D. Elaboração de uma narrativa para facilitar o ensino de estequiometria. **universidade federal fluminense**, p. 1–81, 2014.

SILVA, C. **ESTUDO DA UNIDADE DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DAS LEIS PONDERAIS**. [s.l.] PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL, 2006.

SILVA, L. D. S.; BERTINI, L. M.; ALVES, L. A. Repositórios de objetos de aprendizagem no ensino de estequiometria. **ACTIO**, v. 3, n. 3, p. 43–64, 2018.

TRISTÃO, J. C.; DEFREITAS-SILVA, G.; JUSTI, R. DA S. Estequiometria : Investigações em uma Sala de Aula Prática. **ENEQ**, p. 10, 2008.