



## **Quebrando a Cabeça com Lavoisier: uma proposta de aprendizagem de cálculos estequiométricos**

Yara Rodrigues Graça<sup>1</sup>, Priscila Pedrosa Finicelli<sup>1</sup>, Rosineide Souza de Oliveira<sup>1</sup>, Genilson Pereira Santana<sup>2</sup>

### **Resumo**

Este artigo propõe um jogo lúdico com o objetivo de ensinar os alunos a reconhecer matematicamente e intuitiva as equações de balanceamento químico. Um grupo de primeiro ano do ensino médio em Antonio Nunez Jimenez uma escola pública da cidade de Manaus usou o jogo lúdico com o objetivo de verificar a eficiência da nova proposta. O resultado mostra um aumento dos estudantes no jogo uso. Como resultado, observou os jogos como um facilitador da aprendizagem das equações químicas de equilíbrio.

**Palavras-Chave:** Ensino de química, dificuldades de aprendizagem, estequiometria, ludicidade.

**Breaking the head with Lavoisier: a proposal for learning stoichiometric calculations.** This paper proposes a playful game with the goal of teaching students to recognize mathematically and intuitively the balancing chemical equations. A group of first year of high school in Antonio Nunez Jimenez a public school from Manaus city used the playful game in aim to verify the efficiency of the new applied proposal. The result shows an increasing of the students in-game use. As a result, it observed the games as a learning facilitator of the balancing chemical equations.

**Key words:** Chemistry teaching, learning, stoichiometry, playfulness

---

<sup>1</sup> Professor da Rede Pública de Ensino do Estado do Amazonas. Graduação: Pós-graduando do Curso de Metodologia do Ensino da Química – UEA. E-mail: [yaragraca.qmk@gmail.com](mailto:yaragraca.qmk@gmail.com), [priscilafinicelli@hotmail.com](mailto:priscilafinicelli@hotmail.com) e [rosineideso@yahoo.com.br](mailto:rosineideso@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Professor Titular do Departamento de Química, do Instituto de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Amazonas, Av. Gal. Rodrigo Octávio, 3.000, Coroado II, Manaus-AM. Email: [gsantana2005@gmail.com](mailto:gsantana2005@gmail.com)



## 1. Introdução

Aprender ciência é um processo acumulativo em que cada informação é adicionada à conhecimentos preexistentes dos alunos. Essa concepção deve fazer parte do processo de ensino-aprendizagem e depende de como ocorre a interferência do professor na revelação dos conceitos inerentes de cada área de conhecimento científico. Todavia, a falta de entendimento de um conceito antes ou depois de instruções formais, como nas aulas tradicionais, tornaram-se uma questão que preocupa muitos pesquisadores (ÖZMEN, 2004). A aprendizagem da estequiometria é um problema para muitos estudantes pois o entendimento desse conceito envolve a aplicação da matemática na química. Geralmente, esse conceito é ensinado fora da realidade do aluno, seja matemática envolvida ou pelas reações, muitas vezes eles não conseguem realizar os cálculos e escrever ou balancear as reações. Geralmente, os estudantes aprendem a solucionar questões de balanceamento usando o método de tentativa e erro. Quando o número de espécies químicas é pequeno, os estudantes conseguem facilmente o balanceamento da equação química. Por outro lado, quando estão envolvidas as reações oxirredução e íon-elétrons entre outras equações mais complicadas o balanceamento da equação química é mais difícil e quase impossível para muitos dos estudantes (CAMPANARIO, 1995).

Deve salientado que a estequiometria é um conceito que envolve a relações quantitativas descritas em fórmulas químicas e equações. Fenomenologicamente, a fórmula química e as equações descrevem quantitativamente a relação de dois níveis: macroscópico e microscópico. O nível macroscópico é deduzido das fórmulas químicas e das relações de massa de cada constituinte dos compostos envolvido na estequiometria. A proporção das massas de reagentes e produtos formam as equações químicas. No nível microscópico as proporções dos átomos constituem um composto que obedecem a mesma proporção de partículas deduzida de uma equação química (SCHMIDT, 1997).

Além de não conseguirem relacionar grandezas e compreender o enunciado da questão, para fazer os cálculos, os alunos provavelmente memorizam, de uma maneira mecânica, os passos que o professor realiza ao resolver o problema. Assim, os alunos passam mais tempo decorando

do que tentando entender os conteúdos e interpretar as situações. A falta proficiência dos estudantes do ensino médio no uso da matemática como ferramenta é um dos principais problemas não só processo de balanceamento das equações químicas, por conseguinte, o entendimento dos conceitos relacionados à conservação das massas, como a estequiometria (CHANDRASEGARAN et al., 2009).

É indubitável a necessidade de desenvolver nos estudantes a habilidade de resolver problemas relacionados à estequiometria. Para isso, o estudante deve entender desde os conceitos da teoria atômica até a estequiometria, tendo no meio do caminho o balanceamento das equações químicas. A literatura chama a atenção de como desenvolver nos estudantes essa capacidade. Como superar essa dificuldade tendo como pilar principal o pensamento científico? Nesse contexto, Dahsah e Coll (2008) questiona o ensino tradicional cuja solução para melhorar o ensino de conceitos fundamentais que servem de base para o entendimento do princípio de conservação da massa.

Dentre as opções usadas para ensinar o balanceamento de equações químicas estão a tentativa de introduzir o método algébrico como a melhor opção de usar a matemática como ferramenta. Dentre as primeiras estratégias para utilizar a matemática se destaca o uso de matrizes para solução do balanceamento de equações químicas (PHILLIPS, 1998). Evidentemente, é possível encontrar o uso de multimídia para o ensino de estequiometria (SEN et al., 2006; EVANS et al., 2008), exploração de visões 3D (WU e SHAH, 2004), etc. Em contrapartida, no ensino de Química brasileiros é que baseado em um formalismo que enfatizam as classificações da reações química que o desenvolvimento e aplicação dos conceitos (LOPES, 1995). É necessário, portanto, sugerir formas alternativas de ensinar a química para os estudantes do ensino médio. Para Mortimer e Miranda (1995) é necessário que os estudantes sejam capazes de superar as dificuldades em transitar os níveis fenomenológico e atômico-molecular envolvendo o princípio de conservação das massas.

A questão é como aumentar o número de estudantes que aprendem o balanceamento de equações químicas; uma vez que apenas um número reduzido consegue alcançar esse aprendizado (YARROCH, 1985). A verdade que o ensino de balanceamento de equações químicas baseado única e exclusivamente em aulas expositiva não é capaz de alcançar os resultados desejados. Para melhorar o aprendizado desse conceito a literatura mostra que a junção de estratégias baseadas em jogos associado ao desenvolvimento do pensamento lógico é bastante eficiente (STANGHERLIN et al., 2014). É necessário criar um gerador de situações estimuladoras para aprendizagem. Dentre os geradores o jogo didático ganhou espaço como instrumento motivador para a aprendizagem de conhecimentos químicos à medida que se propõe estimular o interesse do estudante (CUNHA, 2012).

Jogos lúdicos, como charadas, quebra-cabeças, problemas diversos, jogos e simuladores, tornaram-se uma forma importante no ensino de química, pois motiva e incentivar os estudantes a buscarem soluções e alternativas na resolução das diversas situações propostas para entender os conceitos de química (DE ARAUJO et al., 2015). Zanon et al. (2008) constatou que o uso de jogos favorece a aquisição de conhecimento em clima de alegria e prazer. Dessa forma, os aspectos lúdico e cognitivo presentes no jogo são estratégias importantes para o ensino e aprendizagem de conceitos em químicas, porque favorecem a motivação, raciocínio, argumentação e a interação entre estudantes e alunos.

Neste trabalho é proposto um jogo lúdico baseado em quebra-cabeça com o objetivo de ensinar os estudantes a racionarem matematicamente e intuitivamente o balanceamento de equações químicas.

## 2. Material e Método

A atividade foi realizada com uma turma do primeiro ano do Ensino Médio no turno noturno da Escola Estadual Antônio Nunez Jimenez na cidade de Manaus. A turma foi dividida em cinco equipes contendo cinco alunos.

Cada equipe recebeu o material lúdico “Quebrando a cabeça com Lavoisier”, que foi previamente elaborado para o estudo dos cálculos estequiométricos.

O “Quebrando a cabeça com Lavoisier” é um material lúdico composto por:

- Dois envelopes: um contendo modelos de moléculas reagentes e outro com moléculas produto (Figura 1).
- Folha de resultado das reações químicas.

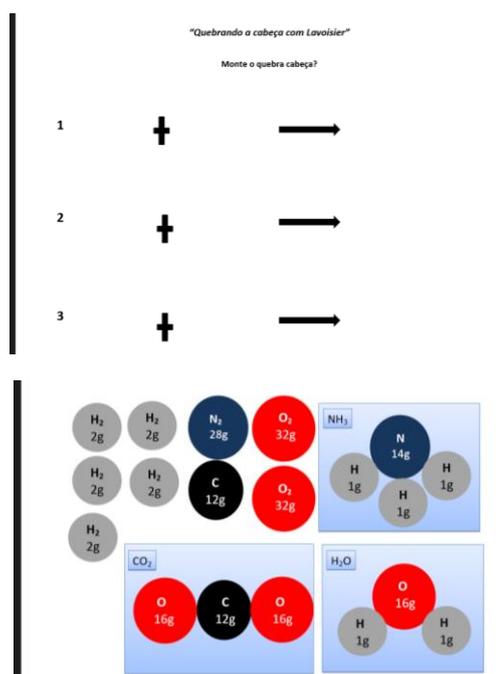


Figura 1 – Quebra cabeça construído para aprendizagem de balanceamento químico.

Foram entregues o material didático desenvolvido para as equipes, sendo passadas e as orientações necessárias para a abordagem do tema. Os alunos montaram as três equações químicas de acordo com os modelos de reagentes e produtos contidos nos envelopes.

## 3. Resultados

O princípio do quebra cabeça desenvolvido é desenvolver no primeiro momento um pensamento lógico baseado apenas no somatório das massas atômicas dos elementos químicos. No primeiro momento não é discutido teorias de ligações químicas e nem de como as moléculas deveriam ser montadas. A lógica é colocar antes das setas elementos que ao se unirem do outro lado tem como objetivos ter a mesma soma das massas. Ou seja, nesse sistema as bolas de hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e

carbono devem ser combinadas para terem as mesmas massas. Assim, o estudante só usar o seu conhecimento matemático para obter a igualdade. Durante a montagem do quebra cabeça observou-se que todas as equipes conseguiram montar corretamente as três equações químicas: formação da água, gás carbônico e amônia. Apenas uma equipe teve maior dificuldade na construção das equações, provavelmente devido à falta de utilização de modelos moleculares.

A partir da montagem do quebra cabeça os alunos foram questionados sobre o que observaram:

Aluno A: “Acho legal, [...] a mesma quantidade inicial tem que ser igual a final, acho interessante porque quebrou a cabeça”.

Aluno B: “[...] bacana, quebrou a cabeça mesmo para poder pensar”.

Aluno C: “[...] no começo ninguém quase entendeu, porque a gente pensava que tinha que ser um para cada átomo, achava que não podia juntar, mais no final, [...] os reagentes que mostram aqui tem a mesma quantidade de massa do final”.

Pelos depoimentos e observações durante a prática lúdica foi constatado o melhor aproveitamento na construção conceitual da lei proposta através da técnica da redescoberta que enfatiza o aumento da capacidade de pensar e raciocinar do aluno, além de ser uma aprendizagem automotivadora e autogratificante. O aluno que aprende por redescoberta aprende a aprender, facilitando a memorização e a transferência dos conteúdos para novas situações. A atividade “Quebrando a cabeça com Lavoisier” proporcionou, descontração e aprendizado envolvendo a disciplina de Química. Essa atividade despertou o interesse e a curiosidade dos alunos. Todo esforço da equipe acadêmica foi significativo, pois, tivemos um retorno positivo, quanto à excelente aceitação do lúdico, como facilitador do ensino-aprendizado em estequiometria.

#### 4. Discussão

Os resultados do uso do quebra cabeça no ensino de reações químicas indicam uma boa estratégia no ensino de Química. Para dos Santos et al. (2014) a compreensão de como os professores oportunizam os seus alunos os espaços e tempos para participarem da construção do desenvolvimento de atividades experimentais em sala de aula é fundamental para a

aprendizagem da Química. Essa compreensão é bem evidente nas observações dos estudantes. Especialmente, a afirmação “a mesma quantidade inicial tem que ser igual a final”; ou seja, o estudante conseguiu compreender o princípio de conservação das massas. Percebe-se com essa afirmativa que os estudantes participantes desta pesquisa não jogaram apenas, eles demonstraram que aprenderam a partir do jogo o conceito fundamenta para entendimento da química. A despeito de questionamento sobre o uso de jogos para o ensino de conceito químicos, observou-se que o quebra cabeça proposto nesse trabalho constituiu de um objeto de ensino aprendizagem interessante para o ensino de balanceamento de equações químicas. Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com aqueles reportados por Oliveira et al. (2010) em que a execução de jogos torna a aprendizagem de conteúdos de química de forma agradável e proveitosa.

Outra característica observada foi que a participação dos alunos em um trabalho em equipe aumentou consideravelmente. Dessa forma, o jogo proposto neste trabalho possibilitou que o estudante se transformasse em um disseminador do conhecimento adquirido com o jogo de quebra cabeça. Ficou evidente neste trabalho a redução do desinteresse dos estudantes pelo conteúdo contido no jogo de quebra cabeça. A estrutura do jogo de quebra cabeça pode reduzir a formação de transmissão de conteúdos e a memorização de símbolos, nomes e fórmulas; o estudante passa a construir o conhecimento e associá-lo ao seu cotidiano.

Mesmo assim, o quebra cabeça proposto deve ter outras características para se tornar efetivamente uma ferramenta de ensino de balanceamento. Li Chin-Chung (2013) considera como um jogo ideal para o ensino de química que ele seja bem planejado e com bom design, além disso deve oferecer oportunidades para os jogadores criticarem, praticarem e refletirem sobre as suas ideias dos conceitos de química existentes.

#### 5. Conclusão

A atividade lúdica “Quebrando a cabeça com Lavoisier” mostrou ser uma excelente alternativa para despertar o interesse e motivar o aluno. Grande parte dos discentes se envolveram na atividade, o que acabou refletindo na própria avaliação. Os jogos de uma forma geral, ajudam também na interação entre alunos-alunos e



alunos-professores, criando um ambiente de socialização, propício ao aprendizado.

### Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. Os autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

### Referências

CAMPANARIO, J. M. Automatic "balancing" of chemical equations. **Computers & Chemistry**, v. 19, n. 2, p. 85–90, 1995.

CHANDRASEGARAN, A. L. et al. Students' dilemmas in reaction stoichiometry problem solving: deducing the limiting reagent in chemical reactions. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 10, p. 14, 2009.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92–98, 2012.

DAHSAH, C.; COLL, R. K. Thai grade 10 and 11 students' understanding of stoichiometry and related concepts. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 6, n. 3, p. 573–600, 2008.

DE ARAUJO, A. F. V et al. Jogos didáticos em Química: Proposta de um novo jogo para o ensino de Química Orgânica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências Naturais**, v. 1, n. 1, p. 657–713, 2015.

DOS SANTOS, B. F.; DOS SANTOS, K. N.; DA SILVA, E. S. Interações discursivas em aulas de química ao redor de atividades experimentais: uma análise sociológica. **Revista ensaio**, v. 16, n. 3, p. 227–246, 2014.

EVANS, K. L.; YARON, D.; LEINHARDT, G. Learning stoichiometry: a comparison of text and multimedia formats. **Chem. Educ. Res. Pract.**, v. 9, n. 3, p. 208–218, 2008.

LI CHIN-CHUNG, M.-C. D. . T. Game-Based Learning in Science Education: A Review of Relevant Research. **Journal of Science Education & Technology**, v. 22, n. 6, p. 877–

898, 2013.

LOPES, A. R. Reações químicas, fenômenos, transformação e representação. **Química Nova na Escola**, v. 2, p. 7–9, 1995.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações concepcões de estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, v. 2, p. 23–26, 1995.

OLIVEIRA, L. M. S.; SILVA, O. G. DA; FERREIRA, U. V. DA S. Desenvolvendo Jogos Didáticos para o Ensino de Química. **Holos**, v. 5, p. 166–175, 2010.

ÖZMEN, H. Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. **Journal of Science Education and Technology**, v. 13, n. 2, p. 147–159, 2004.

PHILLIPS, J. C. Algebraic constructs for the graphical and computational solution to balancing chemical equations. **Computers & Chemistry**, v. 22, n. 4, p. 295–308, 1998.

SCHMIDT, H. An Alternate Path to Stoichiometrie Problem Solving. **Research in Science Education**, v. 27, n. 2, p. 237–249, 1997.

SEN, S. K.; AGARWAL, H.; SEN, S. Chemical equation balancing: An integer programming approach. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 44, n. 7-8, p. 678–691, 2006.

STANGHERLIN, D. H.; UHMANN, R. I. M.; BREEM, C. **Compreendendo o balanceamento de equações químicas por meio da utilização de um simulador virtual**34o EDE: Inovação no Ensino de Química: Metodologias, Interdisciplinares e politecnia. **Anais...2014**

WU, H.-K.; SHAH, P. Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. **Science Education**, v. 88, n. 3, p. 465–492, 2004.

YARROCH, W. L. Student understanding of chemical equation balancing. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 22, n. 5, p. 449–459, 1985.

ZANON, D. A. V; GUERREIRO, M. A. S.; DE OLIVEIRA, R. C. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciências e Cognição ...**, v. 13, n. 1, p. 72–81, 2008.