



## **Abordagem de reações químicas: uso do simulador PhET**

Claudenor Piedade<sup>1</sup>, José Waldemar Negrão Guimarães<sup>2</sup>, Valdir B. Macedo<sup>3</sup> e Genilson Pereira Santana<sup>4</sup>

### **Resumo**

Com o objetivo de facilitar o aprendizado sobre reações químicas fez-se uso de um software que simula o balanceamento de reações químicas contribuindo assim para um melhor entendimento de mecanismos de reações químicas, fornecendo ao aluno uma visão mais ampla de um fenômeno de rico teor abstrato. O trabalho foi desenvolvido no Instituto de Educação do Amazonas - IEA, escola de ensino médio em tempo integral em Manaus, em turmas do 1º ano, com uma turma assistindo exclusivamente aulas de exposição teórica e outra com uso do software. A turma que fez uso do software apresentou resultados de aprendizado mais satisfatórios.

**Palavras-chaves:** Jogos didáticos, aprendizagem, balanceamento de equação química.

**Chemical reactions approach: Using the simulator PhET** .In order to facilitate learning about chemical reactions was made using a software that simulates the balancing chemical reactions, thus contributing to a better understanding of the chemical reactions mechanisms, providing the student a broader view of a rich content phenomenon abstract. The study was conducted at the Instituto de Educação do Amazonas – IEA, high school full-time in Manaus, in classes of 1º year, with a group watching exclusively theoretical exposition classes and another with use of the software. The class that made use of the software presented better learning outcomes.

**Keywords:** educational games, learning, chemical equation balancing

---

<sup>1</sup> Professor da Rede Pública de Ensino do Estado do Amazonas. Graduação: Licenciatura Plena em Química - UEA. Mestre em Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia MBT - UEA. Pós-graduando do Curso de Metodologia do Ensino da Química - UEA. E-mail: claubertcaetano@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor da Rede Pública de Ensino do Estado do Amazonas. Graduação: Engenharia Química - UFPA. Licenciatura Plena em Química - ULBRA. Pós-graduação em Metodologia do Ensino Superior - Dom Bosco. Pós-graduando do Curso de Metodologia do Ensino da Química - UEA. E-mail: jwaldemar45@hotmail.com.

<sup>3</sup> Professor da Rede Pública de Ensino do Estado do Amazonas. Graduação: Licenciatura Plena em Química - UFAM. Bacharelado em Química - UFAM. Pós-graduando do Curso de Metodologia do Ensino da Química - UEA. E-mail: macedov@ibest.com.br.

<sup>4</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, Amazonas. E-mail: gsantana2005@gmail.com



## 1. Introdução

A habilidade em balancear equações químicas é uma regra crucial para o entendimento de reações químicas. Todavia, a literatura mostra que o aprendizado do balanceamento de reações químicas deve ter uma compreensão apurada da estrutura da matéria principalmente sobre os átomos e moléculas (MICKLOS LEWIS; BODNER, 2013).

Todavia, na literatura é reportada a notória dificuldade de aprender as reações químicas, sendo que muitos estudantes atribuem que este problema se deve pela falta de uma visão do mundo microscópico (NAAH; SANGER, 2012). Talvez uma das maiores dificuldades no entendimento das reações químicas pelos alunos se deve a grande extensão e generalidade desse conceito. Estudantes dificilmente reconhecem similaridades entre fenômenos que tem aspectos perceptivos bem diferenciados. Por exemplo, qual a relação entre a combustão de uma vela com o enferrujamento de um prego (MORTIMER; MIRANDA, 1995)? Para Lopes (1995) uma variável que contribui para a dificuldade no ensino das reações químicas é o livro didático. Alguns livros didáticos permanecem com uma classificação antiga além de alguns equívocos. O problema para Brito (2001) é que as aulas expositivas estão atreladas a conclusões apressadas, sem a participação do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Isso torna a aula expositiva monótona e, geralmente, com pouco aproveitamento. Outra questão discutida na literatura é o próprio entendimento do significado de mol. Compreender o conceito de mol se faz necessário porque permite a tradução do mundo invisível para a realidade cotidiana, possibilitando, portanto, o entendimento das relações quantitativas existentes, em termos microscópicos, entre as substâncias envolvidas numa reação química (LOURENÇO; MARCONDES, 2003).

Não deve ser esquecida a importância de colocar os alunos frente a situações-problema adequadas, propiciando a construção do próprio conhecimento. Por

outro lado, a experimentação no ensino de química tem sido defendida como recurso pedagógico importante na construção dos conceitos (FERREIRA, 2010).

Dentre as ferramentas utilizadas para o aprendizado das reações químicas se encontram as simulações de balanceamento de equações químicas. Há tempos os educadores entenderam que o computador deveria fazer parte da sala de aula como um recurso didático (EICHLER; DEL PINO, 2000). Um exemplo é o software PhET, desenvolvido pela Universidade do Colorado (WIEMAN; ADAMS; PERKINS, 2008). Nesse portal existe diversos softwares educacionais de química, de domínio público, produzidos em Flash ou HTML5, e no caso do balanceamento de equações o software recomendado é o *Balancing-chemical-equations*.

O *Balancing-chemical-equations* proporciona aos alunos a possibilidade de balancear equações químicas acompanhando o movimento dos átomos e seus coeficientes. O que desenvolve uma lógica intuitiva de balanceamento de equações químicas no aluno. Esse software desafia o aluno a passar por diferentes níveis de complexidade: baixo, médio e elevado. Além disso, durante o balanceamento observa-se a formação ou decomposição das substâncias envolvidas em uma parte do monitor, ou seja, o aluno acompanha o efeito causado pela sua sugestão de coeficiente.

Neste trabalho foi utilizado o PhET *Balancing-chemical-equations* como estratégia para a compreensão do balanceamento de reações químicas, em comparação com a aulas de exclusiva exposição oral, ambas com exposição do tema balanceamento de reações químicas.

## 2. Material e métodos

As atividades foram desenvolvidas no Instituto de Educação do Amazonas – IEA (Manaus, AM) em duas turmas de 1º ano de ensino médio. Em uma turma com 35 alunos usou-se o PhET *Balancing-chemical-equations* na abordagem de balanceamento de equações químicas. Estrategicamente, os alunos instalaram o *Balancing-chemical-*

equation em computadores com o sistema operacional Windows XP e com 500 Mb de memória RAM, disponíveis no laboratório de informática da escola.

Os alunos não tiveram aula expositiva, realizaram a prática e responderam a um questionário para avaliação do aprendizado. O professor foi um mediador, apenas orientando o funcionamento do simulador enfatizando as analogias com os conceitos vistos anteriormente em sala de aula despertando o mesmo interesse como se eles estivessem utilizando um aplicativo de um jogo, que usam com frequência.

A outra turma, 35 alunos, assistiu exclusivamente aulas teóricas do mesmo tema. Nesta estratégia, a postura do professor foi de abordar todo o conteúdo, utilizando apenas o pincel e o quadro branco. As duas estratégias tiveram o mesmo tempo de 60 minutos cada. Ao final das aulas foi aplicado um questionário para ambas as turmas avaliando o rendimento de aprendizagem (Figura 1).

Questionário de Reação Química		
Aluno (a): _____		
Nº _____	Turma: _____	Data ____/____/____
Faça o balanceamento adequado das reações químicas a seguir:		
1. $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SO}_3$		
2. $\text{N}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{NH}_3$		
3. $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$		
4. $\text{HNO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{Ca(NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$		
5. $\text{Mg} + \text{H}_3\text{PO}_4 \longrightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2$		
6. $\text{CO} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$		
7. $\text{Ca(HCO}_3)_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$		
8. $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2$		
9. $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$		
10. $\text{CS}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}_2\text{S} + \text{CH}_4$		

Figura 1 – Questionário para avaliação da aprendizagem dos alunos.

### 3. Resultados e discussão

Durante a aula com o simulador no laboratório de informática, observou-se que no início, os alunos encaram o software como se fosse um jogo. Esse fato chamou muito a atenção dos alunos. Com a mediação do professor, chamando a atenção para os conceitos de reação química, notou-se uma

postura diferente, um novo olhar para o jogo. Esse comportamento é explicado por Cunha (2012) pelo fato dos jogos causarem nos alunos as seguintes mudanças:

- A aprendizagem de conceitos ocorre mais rapidamente devido à forte motivação;
- Os alunos adquirem habilidades e competências que não são desenvolvidas em atividades corriqueiras;
- O jogo causa no estudante uma maior motivação para o trabalho, pois ele espera que este lhe proporcione diversão;
- Os jogos melhoram a socialização em grupo, pois em geral, são realizados em conjunto com seus colegas;
- Os estudantes que apresentam dificuldades de aprendizagem ou de relacionamento com colegas em sala de aula melhoram sensivelmente o seu rendimento e a afetividade;
- Os jogos didáticos proporcionam o desenvolvimento físico, intelectual e moral dos estudantes;
- A utilização de jogos didáticos faz com que os alunos trabalhem e adquiram conhecimentos sem que estes percebam, pois a primeira sensação é a alegria pelo ato de jogar.

A motivação constatada permite afirmar que houve a interatividade entre os alunos com o software. Essa interatividade, segundo Taille (2000), sugere que o aluno exerce o controle sobre o que se aprende e como se aprende a partir de um software, neste trabalho o PhET.

A diferenciação de uma atividade de ensino de química em laboratório de informática é relatada por Stangherlin *et al.*, (2014). Esses autores observaram que a experiência da informática é significativa tanto para os alunos quanto para quem acompanha a aula. A interação entre os participantes contribui para promover um novo saber sendo que o professor passa para o papel de mediador do processo aprendizagem.

Na Figura 2 fica bastante claro o efeito de uma aula usando software para outra no estilo tradicional. Ao considerar que a média 6,0 para a aprovação desse conteúdo, observa-se que na aula usando o software obteve 54,3% dos alunos seriam aprovados.

Enquanto que a aula tradicional o conteúdo somente 34,3% dos alunos seriam aprovados. Consta-se um aumento considerado do nível de aprovação dos alunos na aula utilizando o software PhET.

Outro efeito causado pelo PhET é que nenhum dos alunos errou nenhuma das reações propostas para serem balanceadas. O mesmo pode ser afirmado para 1 questão; ou seja, o uso do software fez com que a maioria dos alunos absorveram pelos menos alguma coisa do conteúdo ensinado. Nota-se também que as notas de 10,0 e 9,0 somente foram alcançadas por aqueles alunos que utilizaram o software PhET. Nesse ponto, a aula com software apresentou vantagem em relação à aula tradicional.

Deve ser mencionado que para acertos de 3, 4 e 5 questões, o número de alunos que participaram da aula com o uso do software e da aula tradicional não tiveram diferenças consideráveis, mas em contrapartida, nenhum dos que utilizaram o software obtiveram 0 e 1 acertos, e somente um aluno obteve 2 acertos, contra 11 alunos da aula tradicional que obtiveram 0, 1 e 2 acertos. Assim como, apenas um aluno que trabalhou com o software acertou todas as questões do questionário. Em princípio esse comportamento pode ser explicado por alguma deficiência do software ou mesmo em sua aplicação pelos alunos.

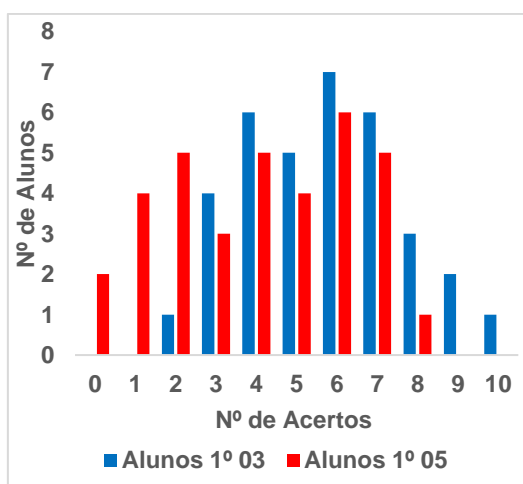


Figura 2 - Resultado da avaliação da aprendizagem dos alunos

Em termos de literatura, os resultados obtidos neste trabalho mostram a

necessidade do uso de softwares nas aulas de balanceamento de equações químicas. No entanto, em comparação com os resultados de Mendes *et al.* (2015), em alunos de 2º ano do ensino médio, nota-se que há uma redução na eficiência do uso do método quanto é aplicado um número maior de questões para testar a eficiência do software PhET.

Como foram professores diferentes que usaram essa metodologia tem que ser levadas a hipótese do papel mediático dos professores no processo de ensino-aprendizagem de balanceamento de equações químicas. Essa comparação permite afirmar que o software PhET não é robusto o suficiente para dispensar o professor de sala de aula para ensinar o balanceamento de reações químicas. O êxito do ensino de balanceamento de equações ainda depende do nível de aprofundamento do professor em relação as novas tecnologias.

Um aspecto não tratado nos dois trabalhos é o entendimento dos alunos sobre o significado dos coeficientes usados nas fórmulas químicas e equações químicas e qual a lógica utilizada pelos alunos para balancear uma equação químicas. Segundo Micklos Lewis e Bodner (2013) esses dois itens fundamentais para o entendimento do processo de balanceamento de equações químicas. Nos quesitos os professores que ministraram as aulas de software e tradicional não foram abordados sobre a estratégia utilizadas por eles para ensinar o balanceamento de equações químicas.

O método se mostrou muito eficiente para balancear equações químicas simples. Agora para reações complexas observou-se que os alunos da aula tradicional tiveram dificuldade para balancear. Logo, os alunos da aula tradicional ainda não desenvolveram uma estratégia eficiente para o balanceamento de equações químicas complexas como aqueles que possuem muitos compostos envolvidos.

#### 4. Conclusões

Os resultados encontrados foram considerados satisfatórios já que os alunos



que fizeram uso do software apresentaram níveis de aprendizado superiores aos demais.

### **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.

### **Agradecimentos:**

Aos docentes, discentes e administrativos do Instituto de Educação do Amazonas – IEA.

### **Referências**

BRITO, S. L. Um ambiente Multimediatizado para a construção do conhecimento em Química. *Química Nova na Escola*, v. 14, p. 13–15, 2001.

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.

EICHLER, M.; DEL PINO, J. C. O contexto da produção de um software educacional. *Química Nova na Escola*, v. 11, p. 10–12, 2000.

FERREIRA, L. H. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2, p. 101–106, 2010. 27–342, 2004.

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

LOURENÇO, I. M. B.; MARCONDES, M. E. R. Um Plano de Ensino para Mol. *Química Nova na Escola*, v. 18, p. 22–25, 2003.

MENDES, A. P.; SANTANA, G. P.; PESSOA JÚNIOR, E. S. F. O uso de software PhET como ferramenta para o ensino de balanceamento de reação química. *Areté*, v. 8, n. 16, p. 52–60, 2015.

MICKLOS LEWIS, A. L.; BODNER, G. M. Chemical reactions: what understanding do students with blindness develop? *Chemistry Education Research and Practice*, v. 14, n. 4, p. 625, 2013.

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

NAAH, B. M.; SANGER, M. J. Student misconceptions in writing balanced equations for dissolving ionic compounds in water. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 13, n. 3, p. 186, 2012.

STANGHERLIN, D. H.; UHMANN, R. I. M.; BREEM, C. Compreendendo o balanceamento de equações químicas por meio da utilização de um simulador virtual34o EDE: Inovação no Ensino de Química: Metodologias, Interdisciplinares e politecnia. *Anais...2014*

TAILLE, L. O contexto da produção de um software educacional. *Coleção Explorando o*, 2000.

WIEMAN, C. E.; ADAMS, W. K.; PERKINS, K. K. PHYSICS: PhET: Simulations That Enhance Learning. *Science*, v. 322, n. 5902, p. 682–683, 2008.