



Abordagem de reações químicas: uso do simulador PhET

Claudenor Piedade¹, José Waldemar Negrão Guimarães², Valdir B. Macedo³ e Genilson Pereira Santana⁴

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

¹ 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.

² 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.

³ 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.

⁴ 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.

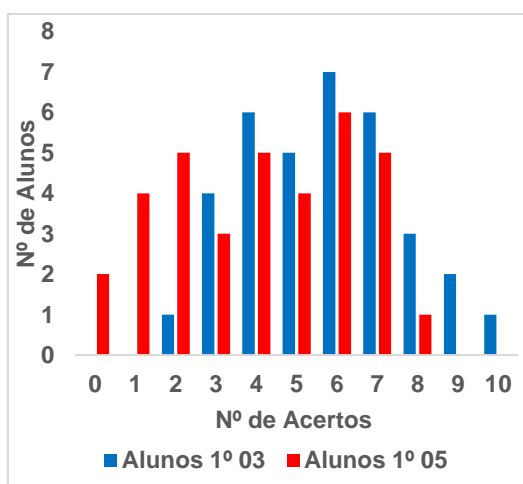


Figura 2 - Resultado da avaliação da aprendizagem dos alunos

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 química. 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.