

MÉTODOS DE ENSINO: CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM HANDS-ON PARA O ENSINO DE BALANCEAMENTO DE EQUAÇÕES QUÍMICAS

Bruno O. Toledo¹; João Paulo T. dos Santos¹

¹Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Palavras-Chave: Métodos de ensino. Balanceamento químico. Ensino de química.

Introdução

O método tradicional de ensino é alvo de debates e reflexões devido ao seu contexto histórico e epistemológico, caracterizando-se como uma abordagem que centraliza o conhecimento na figura do professor. Desse modo, o aluno participa do processo de ensino e aprendizagem como um expectador, sendo apenas um único modelo representativo para contemplar a complexidade vigente de uma sala de aula. O método tradicional, também chamado de pedagogia diretiva (BECKER, 1993), contrasta com a abordagem de metodologias ativas, as quais valorizam o protagonismo dos estudantes por meio de suas experiências, interesses e contexto social. No ensino de química, aulas práticas buscam envolver os participantes em atividades interativas, estimulando a experimentação, a descoberta, a investigação e o desenvolvimento de habilidades práticas (DE JONG *et al.*, 2023), tais características contemplam a abordagem *hands-on* (“Mão na Massa”).

O “Mão na Massa” é um projeto que incentiva a autonomia e protagonismo dos estudantes, valorizando a pesquisa, o ensino por investigação e práticas experimentais nas aulas ciências. Tal abordagem defende a participação reflexiva e crítica dos estudantes, pois, a interação e compreensão de conceitos básicos da ciência promovem o desenvolvimento de habilidades e competências para a construção de cidadãos conscientes, justos e democráticos para a sociedade (RAMOS, 2013; IMBERNON *et al.*, 2009).

Uma abordagem prática não apenas estimula um aprendizado mais dinâmico e significativo, mas também incentiva a colaboração, a resolução de problemas e a criatividade, permitindo aos alunos aplicar teorias em situações reais e enfrentar desafios concretos de forma mais direta (SILVEIRA, 2020). O propósito deste trabalho não é realizar uma análise crítica ao método tradicional de ensino, mas, como a integração dos elementos de ambas as abordagens pode enriquecer significativamente o processo educacional assim como a própria prática docente (VON FEIGENBLATT, 2015).

O balanceamento de equações químicas costuma ser abordado por meio de aulas expositivas, sendo uma característica marcante do método tradicional de ensino. Em suma, o estudo dos balanceamentos (também chamado de estequiometria) envolve as relações quantitativas expressas em fórmulas químicas e equações, descrevendo como diferentes substâncias se combinam ou se transformam umas nas outras em termos de quantidade. Essas relações operam em dois níveis: macroscópico e microscópico. No nível macroscópico, as fórmulas químicas e as proporções de massa de cada constituinte nos compostos são usadas para equilibrar equações. Já no nível microscópico, as proporções dos átomos dentro de um composto seguem as mesmas proporções deduzidas da equação química. Com isso muitos

estudantes enfrentam desafios ao realizar cálculos e ao equilibrar equações que demandam proporções equivalentes entre reagentes e produtos. (MARIALVA, 2018 e SILVA *et al.*, 2021).

Um dos principais desafios que o estudante do ensino médio enfrenta ao se deparar com equações químicas está relacionado à compreensão abstrata do conceito de massa (Princípio da Conservação da Matéria), além de conceitos envolvendo representações matemáticas e interpretação textual. Essa dificuldade frequentemente leva os estudantes a não reconhecerem adequadamente o papel dos reagentes e produtos envolvidos numa equação química (MENESES *et al.*, 2018).

Para contornar essas dificuldades propõe-se uma reflexão a união de estratégias e métodos de ensino associados à materialização de representações abstratas (JUNIOR, 2023). Desse modo, é interessante pensar no pluralismo metodológico como uma ferramenta democrática para o ensino de ciências, defendendo que nenhum método de ensino é melhor ou pior que o outro, pois, os métodos podem ser aplicados em conjunto e adaptados para diferentes contextos e realidades (LABURÚ *et al.* 2003).

Ao desenvolver em sala de aula determinado tema, conceito ou definição podemos recorrer à aula expositiva e sua combinação com outras estratégias, entre elas, podemos destacar jogos didáticos, documentários, seminários, experimentação, debates, modelos 3D, recursos tecnológicos, desenhos, resolução de problemas, sala de aula invertida, entre outras (LABURÚ e CARVALHO, 2001).

No presente trabalho, foi utilizada a estratégia com modelos 3D para a representação de átomos, nesse caso, bolas de isopor com diferentes cores orientaram os estudantes na construção de moléculas a partir de suas equações químicas e, conseqüentemente, na resolução do seu balanceamento. Com o objetivo minimizar as dificuldades conceituais envolvendo o balanceamento de equações químicas, foi realizado um estudo comparativo entre quatro turmas de duas escolas diferentes na cidade de Porto Alegre (duas turmas na escola A e duas turmas na escola B). As turmas resolveram um questionário contendo cinco questões de balanceamento químico. Duas turmas tiveram uma aula expositiva sobre o tema, enquanto as outras, além da aula expositiva, tiveram acesso aos modelos representacionais com bolas de isopor para responder o questionário.

Material e Métodos

Foram selecionadas duas escolas estaduais, ambas com duas turmas de segundo ano do ensino médio, escolhidos com base em critérios de representatividade e diversidade dentro do contexto educacional local. As escolas foram identificadas como A e B, sendo ambos localizados na área urbana de Porto Alegre/RS.

Foi observado uma dificuldade de compreensão dos alunos durante as aulas sobre conservação de massa. Pensando nisso em uma turma (A1 e B1) de cada escola foi aplicado apenas uma aula expositiva dentro do método de pedagogia diretiva instigando os alunos a desenvolverem suas hipóteses com relação ao título da aula, para analisar os seus conhecimentos prévios. E para introduzir o tópico do balanceamento de equações é mencionado a história de Antonie Lavoisier, que foi o químico responsável por desenvolver o balanceamento. Durante a aula foi relacionado a frase “nada se cria, nada se perde, tudo se







transforma”. Ou seja, os elementos que entram como reagentes devem estar nos produtos para ter o equilíbrio, foi utilizado como exemplo a equação:



Foi utilizado o ensino através do "balanceamento por tentativa" para ensinar o processo de equilibrar equações químicas. Este método envolve a seleção arbitrária de coeficientes estequiométricos inteiros até que as quantidades de átomos nos reagentes e nos produtos se igualem. Os alunos foram orientados a iniciar o balanceamento ajustando os coeficientes dos metais na equação. Este passo foi fundamental para estabelecer um equilíbrio inicial dos átomos metálicos antes de proceder ao balanceamento dos não-metals. Em seguida, são ajustados os coeficientes para os átomos de hidrogênio e, posteriormente, para os átomos de oxigênio, completando assim o processo de balanceamento para todos os elementos que podem estar envolvidos em uma reação química. Após a primeira iteração do balanceamento, revisamos a equação de formação da molécula da água para garantir que todos os átomos estivessem corretamente equilibrados. Esse exercício de revisão foi seguido por exemplos adicionais, nos quais os alunos puderam aplicar o método aprendido para resolver outras equações químicas. Os alunos foram guiados na aplicação dos conceitos, incentivando a resolução independente.

Para as demais turmas (A2 e B2) das escolas, adotou-se uma abordagem do método *hands-on*, na qual, além da explicação teórica em aula expositiva, os alunos foram incentivados a participar ativamente e ter maior envolvimento. Foi utilizado de modelos bolas de isopor para facilitar o entendimento do balanceamento de equações químicas, uma competência essencial na química. Na ilustração a seguir, é perceptível a representação das moléculas conforme o modelo atômico de bolas.

Figura 1 - Representações de átomos e moléculas

REPRESENTAÇÃO DOS ÁTOMOS	REPRESENTAÇÃO DAS MOLÉCULAS
 Átomo de Carbono	 CH ₄ - Metano
 Átomo de Nitrogênio	 NO - Óxido nítrico
 Átomo de Hidrogênio	
 Átomo de Oxigênio	

Após a introdução teórica inicial sobre o método de "balanceamento por tentativa", os alunos foram organizados em grupos. Cada grupo recebeu 27 modelos esféricos de moléculas, coloridos de acordo com os átomos, além de palitos de churrasco e cola quente.

As mesmas equações químicas discutidas nas turmas do método anterior foram apresentadas as demais turmas, desafiando-os a resolver utilizando os modelos esféricos de átomos. Os grupos organizaram os átomos dos reagentes para formar os produtos. Durante essas práticas interativas, os alunos foram orientados na aplicação dos conceitos, encorajando uma abordagem independente e crítica na resolução dos problemas.

Na aula subsequente, foi realizado um questionário individual contendo 5 reações (Figura 2) para serem balanceadas em todas as turmas (A1, A2, B1 e B2).

Figura 2 - Questionário elaborado

Nome:	Turma:
Questão 1 - $__C_2H_6O + __O_2 \rightarrow __CO_2 + __H_2O$	
Questão 2 - $__CO_2 + __H_2 \rightarrow __CO + __H_2O$	
Questão 3 - $__NH_3 + __O_2 \rightarrow __NO + __H_2O$	
Questão 4 - $__Al_2O_3 + __HCl \rightarrow __AlCl_3 + __H_2O$	
Questão 5 - $__Ca(OH)_2 + __H_3PO_4 \rightarrow __Ca_3(PO_4)_2 + __H_2O$	

Este questionário foi aplicado com o objetivo de comparar os resultados obtidos entre as abordagens de ensino nas turmas estudadas, em ambas as escolas.

Resultados e Discussão

Durante o processo de aplicação, foi possível fazer o comparativo entre o benefício da prática experimental vinculado ao método clássico de sala de aula. O conceito de átomo e molécula foram explicados de forma verbal para todas as turmas, e em uma turma de cada escola foi utilizando o uso de bolas de isopor, mostrando de maneira 3D a molécula com o método *hands-on*. Esta aula prática aprimorou o entendimento do conceito de moléculas como conjunto de átomos para as turmas, as quais montaram as moléculas dos reagentes e dos produtos de algumas equações químicas. Como os recursos utilizados possui restrições de quantidade, as equações aplicadas foram com poucas moléculas nos reagentes e produtos.

O conceito de balanceamento ligou-se a imagem das bolas de isopor que deixou uma memória fotográfica na classe, que por vez acabou por aprimorar os aprendizados dos alunos com o uso de outro método que está ligado ao cotidiano e de fácil entendimento sobre a lei de conservação das massas. Após a aplicação das aulas em todas as turmas foram aplicadas e respondidas individualmente 5 questões as quais precisava balancear (ou não) as equações químicas através do método de tentativa. Este questionário foi para mensurar o nível de entendimento dos alunos e comparar os métodos de ensino de maneira qualitativa já que as turmas possuem uma diversidade de alunos.

Na escola A, 45 alunos participaram, divididos entre 21 alunos na turma da aula expositiva clássica, que foi denominada Turma A1 e 24 alunos na turma do método *hands-on*, que foi denominada Turma A2.

Quadro 1 – Dados do questionário da Escola A

	Turma A1 (Aula expositiva)	Turma A2 (Hands-on)
Questão 1 $C_2H_6O + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$	12 estudantes acertaram essa questão, cerca de 57% da turma.	20 estudantes acertaram essa questão, cerca de 83% da turma.
Questão 2 $CO_2 + H_2 \rightarrow CO + H_2O$	20 estudantes acertaram essa questão, cerca de 95% da turma.	23 estudantes acertaram essa questão, cerca de 96% da turma.
Questão 3 $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$	19 estudantes acertaram essa questão, cerca de 90% da turma.	22 estudantes acertaram essa questão, cerca de 92% da turma.
Questão 4 $Al_2O_3 + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2O$	14 estudantes acertaram essa questão, cerca de 67% da turma.	20 estudantes acertaram essa questão, cerca de 83% da turma.
Questão 5 $Ca(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$	9 estudantes acertaram essa questão, cerca de 43% da turma.	15 estudantes acertaram essa questão, cerca de 62% da turma.

Na turma A1, 6 alunos (29% dos 21 alunos) acertaram todas as questões, enquanto na turma A2, 13 alunos (54% dos 24 alunos) tiveram o mesmo desempenho, mais que o dobro da primeira turma. Nenhum aluno deixou todas as questões em branco. Na turma A1, 2 alunos acertaram apenas uma questão, enquanto na turma A2, apenas 1 aluno teve esse resultado.

A questão que apresentou mais dificuldade foi a número 5, que inclui elementos químicos não discutidos durante a aula e muitos números subscritos, o que eleva o nível de complexidade, conforme evidenciado pelo questionário. A questão 2 foi a mais respondida corretamente em ambas as turmas, tratando-se de uma equação química básica envolvendo apenas carbono e hidrogênio. A questão 1 mostrou a maior disparidade no número de acertos entre as turmas da escola A.

Na escola B, 51 alunos participaram, distribuídos entre 25 alunos na turma da aula expositiva clássica, que foi denominada Turma B1 e 26 alunos na turma do método *hands-on*, que foi denominada Turma B2.

Quadro 2 - Dados do questionário da Escola B

	Turma B1 (Aula expositiva)	Turma B2 (Hands-on)
Questão 1 $C_2H_6O + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$	22 estudantes acertaram essa questão, cerca de 88% da turma.	25 estudantes acertaram essa questão, cerca de 96% da turma.
Questão 2 $CO_2 + H_2 \rightarrow CO + H_2O$	23 estudantes acertaram essa questão, cerca de 92% da turma.	24 estudantes acertaram essa questão, cerca de 92% da turma.
Questão 3 $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O$	16 estudantes acertaram essa questão, cerca de 64% da turma.	24 estudantes acertaram essa questão, cerca de 92% da turma.

<p>Questão 4 $Al_2O_3 + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2O$</p>	13 estudantes acertaram essa questão, cerca de 52% da turma.	21 estudantes acertaram essa questão, cerca de 81% da turma.
<p>Questão 5 $Ca(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$</p>	14 estudantes acertaram essa questão, cerca de 56% da turma.	19 estudantes acertaram essa questão, cerca de 73% da turma.

Na turma B1, 8 alunos (32% dos 25 alunos) resolveram todas as questões corretamente, enquanto na turma B2, 16 alunos (61% dos 26 alunos) alcançaram o mesmo feito, praticamente o dobro em porcentagem em relação a primeira turma. Na turma B1, 3 alunos tiveram apenas um acerto devido ao fato de que a questão 3 não precisava ser balanceada, assim foi considerado que nenhum aluno deixou todas as questões em branco. Na turma B2 todos os alunos tiveram mais de 3 acertos.

A questão que apresentou mais dificuldade na turma B1 foi a questão 4, já na turma B2 foi a questão 5, sendo as questões que possui elementos químicos não trabalhados em sala de aula e um nível de complexidade mais elevado, o que ficou evidenciado pelo questionário. A questão 2 foi a mais respondida corretamente na turma B1, na turma B2 foi a questão 1 que teve o maior número de acertos. A questão 4 mostrou a maior disparidade no número de acertos entre as turmas.

Conclusões

A implementação de diferentes métodos (aula expositiva e método *hands-on*) no ensino de química nas escolas A e B proporcionou *insights* valiosos sobre os métodos de aprendizagem dos alunos. A introdução do conceito de moléculas através de aulas experimentais, utilizando modelos tridimensionais e recursos visuais como bolas de isopor representando-as, demonstrou ser eficaz na consolidação do entendimento dos alunos. Este enfoque não apenas facilitou a compreensão abstrata das moléculas como unidades estruturais básicas, mas também criou uma memória visual que reforçou o aprendizado da Lei de Conservação das Massas.

Os resultados do questionário pós-aula revelaram que os alunos das turmas (A2 e B2) que tiveram o aprendizado pelo método *hands-on* tenderam a ter um desempenho significativamente melhor do que os das turmas (A1 e B1) que tiveram a aula expositiva clássica, destacando a eficácia das abordagens práticas na assimilação dos conceitos estudados. Questões mais complexas, como a questão 5, que exigiam um entendimento detalhado para aplicação prática dos conceitos aprendidos, foram identificadas como os pontos mais desafiadores para os alunos de ambas as escolas.

Conclui-se que a combinação equilibrada de diferentes métodos de ensino não apenas enriquece o processo educacional, mas também fortalece a compreensão conceitual e a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos em química. Este estudo destaca a importância de métodos variados no ensino de ciências, visando a maximização do aprendizado e o desenvolvimento de habilidades críticas entre os estudantes.

Referências

- BECKER, F. Epistemologia e ação docente. **Em Aberto**, v. 12, n. 58, 1993.
- De Jong, T. et al. Let's Talk Evidence – The Case For Combining Inquiry-Based and Direct Instruction. **Educational Research Review**, v. 39, p. 100536, maio 2023.
- IMBERNON, R.A.L. et al. Experimentação e Interatividade (*Hands-On*) no Ensino de Ciências: A Prática na Praxis Pedagógica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 04, p. 79-89, mai. 2009.
- Junior; Luiz Fernando de Freitas. **Aprendizagem Significativa de Alunos do Ensino Fundamental II no Balanceamento de Equações Químicas**. Belo Horizonte, 2023.
- LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.
- LABURÚ, C. E.; DE CARVALHO, M. Controvérsias Construtivistas e Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências naturais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, 2001.
- Marialva, T. C. **Assimilação do Conceito de Estequiometria a Partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS**. Manaus, 2018.
- Meneses, F. M. G.; Nuñez, I. B. Erros e Dificuldades de Aprendizagem de Estudantes do Ensino Médio na Interpretação da Reação Química Como um Sistema Complexo. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 1, p. 175–190, jan. 2018.
- Ramos, L. C.; Sá, L.P. A Alfabetização Científica na Educação de Jovens e Adultos em Atividades Baseadas no Programa “Mão na Massa”. **Revista Ensaio**, v. 15, n. 02, p. 123-140, ago. 2013.
- Silva, F. C. et al. Relação Entre as Dificuldades e a Percepção que os Estudantes do Ensino Médio Possuem Sobre a Função das Representações Visuais do Ensino de Química. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, 2021.
- Silveira, P. “Uma aula diferente.” **Revista Docência do Ensino Superior**, v. 10, p. 1–21, 28 nov. 2020.
- Von Feigenblatt, O. F. Integrating Theory and Practice in Business Education. **SSRN Electronic Journal**, 2015.