



## DETERMINAÇÃO DE MASSA DE $\text{CO}_2(\text{g})$ COM USO DA ESTEQUIOMETRIA

Martinho Kroetz<sup>1</sup> (IC)\*, Cássia Prestes Kohl dos Santos<sup>1</sup> (IC), Kamila Sandri dos Passos<sup>1</sup> (FM), Judite Scherer Wenzel<sup>1</sup> (PQ)

\*[martinho-kroetz@hotmail.com](mailto:martinho-kroetz@hotmail.com)

<sup>1</sup>Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Cerro Largo. Rua Reinaldo Jacob Haupenthal, 1580, Bairro São Pedro, Cerro Largo, RS. CEP 97900-000.

*Palavras-chave:* Teoria-prática, Ensino de Química

**Área temática:** Experimentação

**Resumo:** O uso da experimentação em aulas de química no Ensino Médio é uma alternativa para conseguir aliar teoria e prática, onde se busca relacionar as atividades cotidianas dos alunos aos conceitos que são aprendidos em sala de aula, num movimento de contextualização e significação da química. Nessa direção, esse trabalho relata e discute uma aula prática-teórica sobre a determinação da massa de  $\text{CO}_2(\text{g})$ , originado de uma reação química, com o objetivo de possibilitar uma melhor compreensão dos conceitos de estequiometria. A escolha pela temática é devido a recorrente demanda de compreensões quanto a aspectos relacionados a esse conteúdo que requer um alto grau de abstração e a compreensão de outros conceitos relacionados. Os resultados mostram que os alunos conseguiram compreender melhor os conceitos da estequiometria das reações na situação prática por meio do diálogo estabelecido com aspectos teóricos mediados pela professora supervisora e bolsistas do PIBIDs que foram retratados nas respostas dadas ao questionário no relatório.

### INTRODUÇÃO

Esse relato traz uma reflexão sobre uma aula prática - teórica que buscou compreender o conceito da estequiometria através da determinação da massa de  $\text{CO}_2(\text{g})$ , resultante da reação química entre bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) e ácido etanoico ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), desenvolvida em uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual de um município do interior do RS, no primeiro semestre de 2017. A elaboração dessa aula foi possibilitada mediante a inserção de bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) na escola pública que está vinculada à Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS).

O PIBID tem como função inserir professores em formação inicial na realidade das escolas públicas, fortalecendo a qualidade da integração entre Universidade e Escola, sendo que os bolsistas do programa são supervisionados por uma professora. Ainda, no contexto formativo vivenciado, todos os bolsistas PIBID participam mensalmente de um programa de formação continuada, os Ciclos Formativos em Ensino de Ciências ligado ao Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática (GEPECIEM) da UFFS Campus Cerro Largo. Nesses encontros de formação são compartilhadas experiências e vivências de professores em formação inicial, professores da Educação Básica e de professores formadores da universidade.

Essa dinâmica de interações tanto com o contexto escolar, como na formação em coletivo possibilitam uma formação inicial mais qualificada de professores. Braidante e Wollmann (2012, p.167) contribuem colocando que:



"EDEQ - 37 anos: Rodas de formação de Professores no Ensino de Química."

quando se pensa em educação básica de qualidade, temos que refletir sobre a formação dos professores, e um dos desafios que se apresenta é o de formar educadores que estejam capacitados para atuarem no cotidiano da escola, o qual está em constante transformação em virtude dos avanços tecnológicos da sociedade.

No grupo do PIBIDQuímica da UFFS, o uso da experimentação busca vincular a teoria com as práticas experimentais, relacionando os conceitos químicos científicos à problemáticas do cotidiano dos alunos. O referencial que norteia as ações é de cunho investigativo e assim, estamos nos constituindo professores que se preocupam em estabelecer em sala de aula uma rede de significados para os alunos dos conceitos químicos, resultando assim, o estudo da química como sendo algo mais prazeroso (FAGUNDES, 2007, p. 319).

Como professores em formação, ressaltamos a compreensão do nosso papel como mediadores em sala de aula que intervém nos processos de ensino e de aprendizagem visando promover o conhecimento pela via do diálogo experimental e teórico (SILVA; ZANON, 2000). Com isso traz-se a tona a potencialidade da experimentação que é, conforme Silva e Zanon (2000, p. 134), capaz de "ajudar os alunos a aprender através do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar em ciências".

Nesse sentido, elaboramos e desenvolvemos uma atividade prático/teórica no laboratório de ciências e em sala de aula, onde buscamos demonstrar os conceitos e a importância da estequiometria a partir de evidências observadas, bem como, problematizar com os estudantes como que as reações químicas envolvem a formação de novas substâncias quando a equação for favorecida pelas condições normais de temperatura, pressão (CNTP) e características dos reagentes, afinidades e reatividades físico químicas ao qual proporcionou a discussão investigativa. Essas noções foram importantes para os alunos compreenderem na aula prática, que eles estavam desenvolvendo reações químicas espontâneas e estas precisam ser favoráveis à formação de produtos pelas CNTP.

A compreensão dos alunos acerca da estequiometria "torna-se muito mais importante que os alunos compreendam a multiplicidade de fenômenos com que trabalhamos, sabendo reconhecê-los, descrevê-los e explicá-los com base em modelos científicos, ao invés de se prenderem a classificações mecânicas" (LOPES, 1995, p. 8). Dessa forma, ao trabalhar a massa de gás carbônico, mediante diferentes situações propostas pela prática, supera-se o ensino simplesmente mecânico das equações químicas que são usadas em demasia em conceitos estequiométricos, e que muitas vezes, induzem ao estudante a uma compreensão simplista sobre o fenômeno. Segue um diálogo sobre as atividades desenvolvidas.

## **METODOLOGIA/ DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES**

A aula prático/teórica foi realizada com uma turma do 2º ano do Ensino Médio no município de Cerro Largo - RS, sendo que essa se dividiu em dois momentos. No primeiro, foi realizada a prática, onde os alunos, com mediação da professora e bolsistas determinaram, com o uso de uma balança comum, a massa de  $\text{CO}_{2(g)}$  liberado por meio de reações químicas e coletado por um balão de látex. Por fim, na segunda aula foram trabalhados os conceitos teóricos, com uso de cálculos com os dados reais da aula prática e por fim, a escrita de relatório por meio de questões norteadoras.

A turma contou com 16 alunos que realizaram a prática experimental em três etapas, conforme roteiro desenvolvido pelos bolsistas. Para conseguir o produto de dióxido de carbono, realizou-se a reação entre vinagre de álcool comercial que contém, entre outros, em sua composição 4,2% de ácido etanoico ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) com bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ), sendo os produtos o acetato de sódio em solução ( $\text{CH}_3\text{COONa}_{(aq)}$ ), monóxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e o gás de dióxido de carbono ( $\text{CO}_{2(g)}$ ).



Imagem 1: alunos realizando a prática

Conforme Cazzaro (1999, p. 53) “no ensino médio, estequiometria é um assunto muito pouco trabalhado em aulas práticas, talvez pelo difícil acesso a balanças analíticas ou mesmo a balanças comuns com razoável precisão.” Isso realmente foi um empecilho inicial para a realização da prática, porém aumentou-se a quantidade de reagentes, e conseqüentemente obteve-se maior massa do produto pretendido, ocorrendo um erro analítico mais reduzido.

Com a prática pretendemos demonstrar como o uso de cálculos estequiométricos pode ser útil no cotidiano dos alunos, possibilitando a eles determinar as quantidades de substâncias que participam de uma reação química a partir de uma quantidade de outras substâncias. Dessa forma, para desenvolver os conceitos de reagentes limitantes e reagentes em excesso, a prática contemplou três etapas com uso de diferentes massas iniciais do reagente bicarbonato de sódio e de distintos volumes de vinagre.

Em cada etapa os alunos, que foram divididos em quatro grupos, deslocavam-se para uma mesa central que dispunha os materiais e reagentes necessários para o experimento (conforme indica a imagem 1). Os materiais usados foram: a balança comum para medir em unidade de grama sem casas decimais, proveta, erlenmeyer e balão de látex.

Na primeira etapa, os alunos transferiram 50 mL de vinagre medidos em uma proveta para o erlenmeyer, pesaram três gramas de bicarbonato de sódio que foi transferido para dentro do balão de látex e em seguida colocaram o balão sobre o erlenmeyer, o sal ao entrar em contato com o ácido etanoico deu início a reação. Após o término da reação, ao não visualizarem mais a liberação de gás, os alunos foram orientados a amarrar a boca do balão e a determinar a massa na balança (tomaram-se os devidos cuidados para que fosse evitada a perda do gás produzido que foi coletado no balão). Os resultados foram anotados no decorrer da prática para auxiliar na discussão. A segunda e terceira etapa da prática experimental seguiu os mesmos passos da primeira etapa, porém com diferentes massas e



volumes dos reagentes. Na segunda etapa foram usados 100 mL de vinagre e três gramas de bicarbonato de sódio. Já na terceira etapa, o volume de vinagre foi de 50 mL e seis gramas de sal.

Como forma de avaliação do processo de ensino e aprendizagem, os alunos realizaram uma escrita de um relatório em grupos que deveria conter capa, introdução, resultados e discussões (indicando as quantidades de massa e as quantidades molares envolvidas na reação, discutindo os resultados experimentais e compará-los aos resultados teóricos), conclusão (onde destacam o que aprenderam na aula prática-teórica e como esta lhe auxiliou na compreensão de conceitos químicos). E para nortear a escrita do relatório, foram encaminhadas aos alunos as seguintes perguntas: 1) Qual a importância de usar o cálculo estequiométrico para as reações químicas? 2) Explique reagente limitante. O que pode ser feito para que em uma reação química não haja reagente limitante? 3) O que é rendimento teórico e experimental? Por quais motivos o rendimento experimental pode não concordar com o rendimento teórico? 4) De que maneira a perda de algum reagente poderia influenciar no resultado final? Foi a análise das escritas dos alunos que possibilitaram uma maior percepção sobre a aula prática vivenciada e o processo de aprendizagem desencadeado.

Para a análise e discussão dos resultados, que segue, os alunos serão nomeados por A1, A2, A3, sucessivamente, e os grupos serão nomeados G1, G2, também sucessivamente, quando citadas suas escritas em relação a esta atividade para preservação de suas identidades.

## RESULTADOS E ANÁLISE

A ideia da aula prático-teórica partiu da concepção de que os alunos possuem bastante dificuldade em compreender os conceitos de estequiometria das reações químicas somente na teoria, sendo que sentiu a necessidade de realizar algo prático para justamente unir a teoria com a prática, significando os conhecimentos que são mediados pela professora e bolsistas. O uso da experimentação permite a articulação entre fenômenos e teorias, onde há uma relação constante entre o fazer e o pensar (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 235).

Destaca-se que com o desenvolvimento da aula, os alunos se sentiam motivados a dialogar os fenômenos que ocorriam usando os conceitos químicos, que ia se lembrando de que já haviam aprendido em aulas teóricas e também iam formulando com o desenrolar da aula, sendo que com isso a aula se tornou participativa e prazerosa. Com isso, destacamos que o experimento por si só não faz com que o aluno signifique o conceito e construa o conhecimento científico. Nesse contexto, os bolsistas e a professora tiveram um papel de destaque, pois estes mediavam a aprendizagem dos alunos. Tal atitude fortalece a qualidade do ensino da educação básica, bem como impele um avanço em relação à aprendizagem na escola.

A partir da prática realizada com os alunos, foi possível notar que alguns conceitos foram mais compreendidos, visto que já tinham conhecimentos prévios e teóricos em sala de aula, bem como, a importância do cálculo estequiométrico, no qual se precisa saber a quantidade necessária de reagentes para serem usados (CAZZARO, 1999, p. 53). Isso foi possível perceber na escrita do grupo 1:



"EDEQ - 37 anos: Rodas de formação de Professores na Educação Química."

*"Para isso foram realizados cálculos estequiométricos, que são muito importantes para os químicos, já que com eles se descobre a quantia exata necessária de cada reagente para formar um produto que realmente funcione como planejado. Se esses cálculos não forem realizados, a chance de se usar as quantias erradas de reagentes formarem um produto que não seja tão funcional quanto esperado é muito grande." (G1)*

Além disso, ver as reações acontecerem em tempo real, faz com que o aluno fique mais instigado e investigador, pois na segunda e terceira etapa, foram usados quantidades e volumes diferentes em relação à primeira etapa, porém chegou à mesma massa do produto. Durante esses dois processos surgiram alguns questionamentos, que foram mediados pela professora e bolsistas, na escrita do relatório foi possível evidenciar uma compreensão dos mesmos.

*"Se uma reação for feita em proporções diferentes das encontradas no cálculo estequiométrico, um dos reagentes será em excesso e o outro limitante, o reagente limitante é consumido primeiro fazendo a reação parar, ou seja, ele limita a quantidade de produto que vai ser encontrado, o que sobra é chamado reagente em excesso." (G2)*

Pela análise das concepções de rendimento teórico e experimental, dentre os quatros grupos apenas um, demonstrou não ter entendido, pois não constava no relatório. Já o grupo 4 não conseguiu, sob nossa visão, relacionar os conceitos científicos com o que foi realizado na prática. Os demais grupos trouxeram indícios de seu entendimento a cerca dos dois conceitos, como pode ser evidenciado pelos seguintes recortes:

*"A quantidade de produto encontrado no final da reação é chamada de rendimento. Rendimento teórico é a quantidade que se espera encontrar utilizando todos os reagentes, ele é visto através do cálculo estequiométrico, e o rendimento experimental é quantidade real encontrada, visto através do experimento". (G2)*

*"Rendimento teórico é a quantidade máxima de produto que pode ser obtido em uma reação. Rendimento experimental geralmente é menor que o teórico". (G3)*

*"Rendimento teórico é o rendimento que usa a teoria como fonte principal. Rendimento experimental é o rendimento que você faz no estudo. Há certos motivos para o rendimento teórico não concordar com o rendimento experimental, pois com o tempo a tecnologia avança e o rendimento experimental toma conta". (G4)*

Em relação aos conceitos de como a perda de reagente influencia o resultado final experimental, os grupos demonstraram em suas escritas que "[...] se em uma reação química perdermos material, ela não se realizará de forma correta, pois perdendo uma parte do material a reação acaba antes do que deveria e uma parte menor dos reagentes irá reagir, limitando, assim, a reação." (G1). Com tal afirmação podemos notar que este grupo fez uma relação à pergunta que pedia sobre o que é reagente limitante, no entanto estes foram infelizes ao afirmar que uma "reação química não se realizará de forma correta" ao se perder 'material'. Acreditamos que os alunos tentaram expor a ideia de que a quantidade de produto formado seria alterada com a perda de reagente, porém a escrita não demonstrou



isso, tal fato pode estar relacionado com uma falta de compreensão conceitual. Wenzel (2014, p. 118) com base em Vigotski (2000) aponta que :

o processo de escrever é considerado um meio para estruturar o pensamento, pois exige uma maior organização cognitiva do que a fala, a compreensão da escrita somente é possível pelo conjunto de palavras e combinações usadas de maneira articulada e bem estruturada.

Daí as limitações nas expressões escritas pelos estudantes e a importância do professor retomar tais escritas. O grupo 2 demonstrou na escrita uma resposta conveniente à pergunta, onde colocaram *"Se fazer uma reação e perder uma parte do material, a reação não ocorrerá como esperado, se por um acaso aquilo que foi perdido estava em excesso, pode acontecer da reação ocorrer corretamente."* Tal grupo também conseguiu fazer a interligação com a ideia dos reagentes em excesso e reagentes limitantes, apesar de nas suas escritas não usarem ainda os termos químicos mais adequados, como 'material' e 'aquilo' no lugar de reagente, o que indicia a importância da mediação do uso da linguagem em sala de aula. Os demais grupos não apresentaram a resposta para esta questão.

Com todos esses excertos, notamos que é importante a rediscussão e a reescrita orientada (WENZEL, 2014) de algumas respostas, pois almejamos aos alunos uma evolução na organização de suas ideias e no uso apropriado das palavras. Já os grupos que não apresentaram algumas respostas, buscamos compreender os motivos de tal ação, pois a princípio notamos nos diálogos entre alunos, professora e bolsistas, os alunos compreendiam os conceitos químicos que aconteciam nas reações e na determinação da massa do gás, porém no momento da escrita, talvez não conseguiram organizar as suas compreensões, o que ainda indicia uma ausência de aprendizado, pois conforme Vigotski (2000) somente é possível fazer uso da palavra em diferentes contextos se tenho clareza do seu significado e isso, é um longo processo a ser percorrido.

Ficamos atentos a esses fatos, pois é necessário que no meio científico, os instrumentos culturais da leitura, da escrita e da fala precisam ser igualmente instigados para uma compreensão e significação dos conceitos teóricos a partir da experimentação e da sua mediação em sala de aula.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da experimentação no contexto escolar aliados à observação, discussão e reflexão coletiva nas aulas, mediados pelo professor, se mostra uma metodologia eficaz para que os alunos realmente signifiquem os conceitos relacionados à estequiometria, que é um assunto muitas vezes temido no Ensino Médio. Nesse sentido, a atividade teórico-prática desenvolvida na aula trouxe resultados favoráveis para o ensino dos alunos bem como para a nossa formação docente.

Enfatizamos a importância das nossas aulas desenvolvidas através de nós bolsistas do PIBID, pois conforme a aluna A8 *"Tivemos uma aula prática com os bolsistas de Química, onde aprendemos a usar o cálculo estequiométrico para calcular a massa dos reagentes que será necessário para formar a massa de certo produto, que na experiência foi o CO<sub>2</sub>. Poderíamos ter mais vezes aulas no laboratório, pois é divertido e aprendemos coisas novas."* Tal relato evidencia para



Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Escola de Química e Alimentos (EQA)

Curso de Química – Licenciatura

"EDEQ – 37 anos: Rodas de formação de Professores no Ensino de Química."

nós que estamos nos formando com qualidade e estamos no caminho certo favorecendo o aprendizado significativo dos alunos.

Vale destacar que o PIBID, como programa institucional, conforme Silva; Machado; Tunes (2010, p. 233) “não têm um foco específico em atividades experimentais, mas buscam a melhoria geral no sistema de ensino com ações coordenadas em diversas frentes.” A ligação entre a Universidade e a Escola proporciona aos bolsistas a vivência dos mesmos na realidade escolar, tornando a nossa formação inicial mais dialógica, crítica e reflexiva. Por tudo que foi exposto, vemos que nós precisamos repensar constantemente a nossa prática pedagógica, buscando um ensino diferenciado e significativo, com o uso da experimentação, para os nossos alunos, pois são estes que são o motivo da nossa profissão.

## REFERÊNCIAS

BRAIBANTE, M. E. F.; WOLLMANN, E. M. **A Influência do Pibid na Formação dos Acadêmicos de Química Licenciatura da UFSM.** Química Nova na Escola (QNE), Vol. 34, n. 4, p. 167-172, Nov. 2012

CAZZARO, F. **Um experimento envolvendo ESTEQUIOMETRIA.** Química Nova na Escola (QNE), Vol. 10, p.53-54, nov. 1999

FAGUNDES, S. M. K. Experimentação nas Aulas de Ciências: Um Meio para a Formação da Autonomia? In: GALIAZZI, M. C. et al. **Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências: Uma Aposta de Pesquisa na Sala de Aula.** Ijuí: Unijui, 2007

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. **A problematização das atividades experimentais na Educação Superior em Química: Uma pesquisa com produções textuais docentes.** In: Rev. Química Nova, vol. 34, nº. 5, p. 899-904, 2011

LOPES, A. R. C. **Reações Químicas: Fenômeno, Transformação e Representação.** Química Nova na Escola (QNE), v. 2, p.7-9, nov. 1995.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. M.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de química em foco.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. p. 231-261.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGAO, R. M. R. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens.** São Paulo, UNIMEP/CAPES, 2000. p.120-153.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem.** Trad. Paulo Bezerra, 1 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000, 296 p.

WENZEL, J. S. **A escrita em processos interativos: (re)significando conceitos e a prática pedagógica em aulas de Química.** 1. Ed. Curitiba: Apris, 2014.