

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

ANA LUIZA LÊDO PORTO

**MEIO AMBIENTE COMO TEMÁTICA PARA O APRENDIZADO DE REAÇÕES
ESTEQUIOMÉTRICAS**

**Bagé
2021**

ANA LUIZA LÊDO PORTO

**MEIO AMBIENTE COMO TEMÁTICA PARA O APRENDIZADO DE REAÇÕES
ESTEQUIOMÉTRICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química-Licenciatura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciada em Química.

Orientador: Prof. Dr. Flávio André Pavan.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

P853m Porto, Ana Luiza Lêdo

Meio ambiente como temática para o aprendizado de reações estequiométricas / Ana Luiza Lêdo Porto.

86 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Universidade Federal do Pampa, QUÍMICA, 2021.

"Orientação: Flávio André Pavan".

1. Ensino de química. 2. Estequiometria de reações. 3. Meio ambiente. 4. Ensino superior. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal do Pampa

ANA LUIZA LÊDO PORTO

**MEIO AMBIENTE COMO TEMÁTICA PARA O APRENDIZADO DE REAÇÕES
ESTEQUIOMÉTRICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Química
Licenciatura da Universidade Federal do
Pampa, como requisito parcial para
obtenção do Título de Licenciada em
Química.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 29 de abril de 2021.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Flávio André Pavan
Orientador - UNIPAMPA

Prof. Dr. Elenilson Freitas Alves
UNIPAMPA

Prof. Dr. Márcio Marques Martins
UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **FLAVIO ANDRE PAVAN**,
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 10/05/2021, às
19:24, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as
normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **ELENILSON FREITAS ALVES**,
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 10/05/2021, às
19:25, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as
normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MARCIO MARQUES MARTINS**,
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 10/05/2021, às
19:39, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as
normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
[https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?
acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando
o código verificador **0522082** e o código CRC **5FE3F347**.

Dedico este trabalho à minha mãe Daniela, que durante minha trajetória na graduação, esteve sempre presente me incentivando e me apoiando.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por me ensinar que nada é impossível, que perante as dificuldades encontradas neste caminho, quem realmente acredita em Deus, com certeza irá encontrar o caminho da superação. Assim, meu Deus, eu dedico e agradeço a ti esta conquista que me proporcionaste. Jamais desacreditei que seria capaz, pois em todos os momentos, senti que estava sendo amparada e guiada por ti, meu Deus. Agora olho para trás e sinto orgulho de todo o caminho que percorri, minha gratidão será infinita a ti. Esta etapa chega ao fim e eu só peço que a vida me dê a oportunidade de viver muitas outras experiências como esta. Todas as minhas vitórias serão tuas, pois a força que me faz lutar e persistir, provém apenas do teu poder, meu Deus.

Agradeço aos meus pais, Álvaro e Daniela, pois sempre estiveram presentes em cada conquista alcançada, que serviu de alicerce para as minhas realizações e por todo o esforço investido em minha educação, especialmente minha mãe, que cursou o curso de Licenciatura em Química comigo. Eu dedico este título a vocês. Obrigada meu pai e minha mãe! Sem vocês nada disso seria possível. Eu amo muito vocês!

Agradeço a minha querida avó, Maria Antonieta, minha joia, que ganha mais brilho a cada ano que passa e que sempre se fez presente em minha vida. Tenho muito a agradecer e muito a retribuir tudo que você fez por mim, querida avó. Dedico esta conquista a você, a minha joia preciosa!

Agradeço a minha querida amiga Dona Ivone, por todo o apoio e carinho para comigo. Toda esta trajetória ao seu lado minha querida amiga, com certeza foi muito especial, lhe dedico esta vitória, à senhora, que sempre esteve me acompanhando desde que entrei na Universidade. Nem sempre foi fácil enfrentar os desafios, mas creio que foram possíveis graças ao seu apoio e dedicação como amiga. Obrigada por ser esta pessoa tão especial para mim Dona Ivone!

Aos meus queridos amigos Renan e Samuel, por todos os momentos que se fizeram presentes, compartilhando alegrias e momentos que me proporcionaram chegar ainda mais longe nesta caminhada. Se formar é algo muito gratificante, mas tenho certeza que com o apoio de amigos como vocês é ainda melhor!

Também gostaria de agradecer a todos os familiares e amigos, que de alguma forma se fizeram presentes em minha trajetória na graduação e principalmente nestes

momentos tão importantes como a formatura, que guardarei como lembrança em minha vida!

Deixo um agradecimento, em especial, para o meu orientador, Prof. Dr. Flávio André Pavan, pelo incentivo e dedicação ao meu Trabalho de Conclusão de Curso, sou grata pelas valiosas contribuições compartilhadas durante todo este processo. Agradeço também por todos os momentos de aprendizagem proporcionados durante a minha graduação. Seus conhecimentos fizeram grande diferença no resultado final deste trabalho.

Também quero agradecer à Universidade Federal do Pampa, pela oportunidade de ensino e o seu corpo docente, que demonstrou estar comprometido com a qualidade e excelência de ensino oferecido.

“Não desista, vá em frente. Sempre há uma chance de você tropeçar em algo maravilhoso. Nunca ouvi falar em ninguém que tivesse tropeçado em algo enquanto estivesse sentado”.

Charles F. Kettering

RESUMO

O presente estudo foi proposto com base nas dificuldades que os alunos apresentam na aprendizagem do conteúdo de Estequiometria de Reações Químicas, bem como as causas que fazem com que estas dificuldades sejam tão comuns e recorrentes. Com base no exposto, este trabalho tem como uma preocupação maior levar para os alunos de uma forma mais receptiva, o conteúdo de estequiometria como algo mais plausível de ser compreendido, com vistas a uma temática do cotidiano. Desta forma, propõe-se fazer uma conexão entre o conteúdo de Estequiometria de Reações Químicas com a temática Meio Ambiente, com o propósito de melhorar o aprendizado dos alunos envolvidos, assim fortalecendo o entendimento dos mesmos. Este estudo tem por objetivo abordar o conteúdo de Estequiometria, a partir da aplicação do conceito Economia Atômica com vistas à compreensão e concepção de questões ambientais no Ensino de Química, utilizando estratégias e recursos diferenciados para que desta forma possa-se proporcionar ao estudante melhores condições para que o mesmo possa construir aprendizagens significativas referentes ao tema proposto, compreender a importância do componente curricular Química, bem como sua relação com as demais áreas do conhecimento e suas aplicações. A etapa de Aplicação e Avaliação do Material Didático, na qual foi desenvolvida com 9 estudantes dos componentes curriculares Química Geral e Química Geral II, ambos componentes ministrados na Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé (RS), contemplando 04 cursos do campus. A aplicação foi executada em sala de aula remota, por meio da plataforma Google Meet, no qual foi aplicado um questionário virtual contemplando sete questões dissertativas aos estudantes envolvidos para a aceitabilidade da temática proposta.

Palavras-Chave: Ensino de química. Estequiometria de reações. Meio Ambiente. Ensino superior.

ABSTRACT

This study was proposed based on the difficulties that students have in learning the content of Chemical Reactions Stoichiometry, as well as the causes that make these difficulties so common and recurring. Based on the above, this work has as a major concern to take to the students in a more receptive way, the content of stoichiometry as something more plausible to be understood, with a view to a daily theme. Thus, it is proposed to make a connection between the content of Stoichiometry of Chemical Reactions with the theme Environment, with the purpose of improving the learning of the students involved, thus strengthening their understanding. This study aims to address the content of Stoichiometry, from the application of the Atomic Economy concept with a view to understanding and conceiving environmental issues in Chemistry Teaching, using different strategies and resources so that in this way it can provide the student with better conditions so that it can build significant learning related to the proposed theme, understand the importance of the curricular component Chemistry, as well as its relationship with other areas of knowledge and its applications. The Application and Evaluation of Didactic Material stage, in which it was developed with 9 students from the General Chemistry and General Chemistry II curriculum components, both taught at the Federal University of Pampa, Campus Bagé (RS), covering 04 campus courses. The application was executed in a remote classroom, through the Google Meet platform, in which a virtual questionnaire was applied, covering seven essay questions to the students involved for the acceptability of the proposed theme.

Keywords: Chemistry teaching. Reaction's stoichiometry. Environment. University education.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Gráfico Utilização das temáticas Economia Atômica e Meio Ambiente para o Aprendizado de Estequiometria de Reações Químicas.....	45
FIGURA 2.	Gráfico Oportunidade de Trabalhar com Temáticas Relacionadas ao Meio Ambiente.....	50
FIGURA 3.	Gráfico Sugestões de Temáticas para Abordagem no Ensino de Química.....	52

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.	Atividades propostas referentes as intervenções pedagógicas....	28
QUADRO 2.	Questionamentos pós apresentação do vídeo do experimento....	31
QUADRO 3.	Comparação entre Reagente Limitante e Reagente em Excesso.....	36
QUADRO 4.	Respostas referentes à primeira pergunta do Questionário.....	42
QUADRO 5.	Respostas referentes à segunda pergunta do Questionário.....	44
QUADRO 6.	Respostas referentes à terceira pergunta do Questionário.....	46
QUADRO 7.	Respostas referentes à quarta pergunta do Questionário.....	47
QUADRO 8.	Respostas referentes à quinta pergunta do Questionário.....	49
QUADRO 9.	Respostas referentes à sexta pergunta do Questionário.....	50
QUADRO 10.	Comentários dos alunos diante da atividade proposta.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS

EA	Economia Atômica ou Economia de Átomos
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EQ	Ensino de Química
ERQ	Estequiometria de Reações Químicas
LCM	Lei de Conservação das Massas
MA	Meio Ambiente
MM	Massa Molar
PB	Pesquisa Bibliográfica
PNE	Plano Nacional de Educação
QA	Química Ambiental
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UD	Unidade Didática

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	OBJETIVOS.....	19
2.1	OBJETIVO GERAL.....	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
3.1	Ensino de Química.....	20
3.2	Estequiometria.....	23
3.3	Economia Atômica.....	24
4	METODOLOGIA.....	27
4.1	Introdução ao Conteúdo de Estequiometria com a Turma.....	29
4.11	Módulo 1 – Introdução ao Conceito de Proporções Constantes (Joseph Louis Proust)	29
4.111	Experimento Disponibilizado Através da Plataforma YouTube Comparação entre a Reação do Magnésio (Mg) com Ácido Clorídrico (HCl) com a Reação do Alumínio (Al) com Ácido Clorídrico (HCl)	31
4.12	Módulo 2 – Princípio de Conservação de Massa (Antoine Laurent Lavoisier)	32
4.13	Módulo 3 – Estequiometria de Reações Químicas.....	34
4.2	Aplicação Questionário.....	40
4.21	Módulo 4 – Questionário Final para Análise de Dados.....	40
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	42
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
7	REFERÊNCIAS.....	55
	APÊNDICES.....	59

1 INTRODUÇÃO

A Química, ciência que estuda a natureza da matéria, suas propriedades e transformações, é considerada uma das disciplinas que envolvem mais conhecimento e raciocínio, presente nas grades curriculares de escolas públicas e privadas. Tal circunstância já esperada, devido a limitação da transmissão de informações, aplicações de leis e conceitos, exigindo dos alunos, memorização suficiente para a execução de um instrumento de avaliação.

Considerando que a Química estuda a matéria e suas transformações, e considerando que o universo é feito de matéria, certamente não faltariam exemplos para serem usados como temas geradores no ensino. Entretanto, pensa-se que qualquer abordagem deve ser sustentada por um conhecimento estruturado e seguro, ou seja, não basta escolher exemplos dos quais, muitas vezes, possuímos pouco conhecimento e trabalhar a Química de uma forma superficial. Deve-se, sim, buscar temas geradores sobre assuntos do cotidiano no qual o conhecimento químico científico seja capaz de atender às muitas dúvidas que possam surgir (GOMES, 2007, p. 5).

Estas afirmações são ainda mais solicitadas e observadas quando se trata do conteúdo de Estequiometria, que por ser um assunto complexo e com elevado grau de dificuldade, os profissionais da área de química, tendem a reduzi-lo a expressões matemáticas considerando também a proporções simples ou diretas entre os reagentes e produtos de uma reação química, ou seja, a Estequiometria converte-se em exposição de cálculos a base de regras, não levando em consideração a interpretação de problemas propriamente ditos.

A palavra Estequiometria tem origem grega (*stoincheon* = elemento e *metron* = medida) e foi introduzida por Richter em 1792, referindo-se as medidas dos elementos químicos nas substâncias. O estudo da estequiometria, atualmente, abrange a relação quantitativa baseada nas leis ponderais, principalmente, na Lei de Conservação de Massas e na Lei das Proporções Constantes. Tendo como enunciado da Lei de Conservação de Massas proposta por Lavoisier: “[...] a soma das massas dos reagentes é sempre igual a soma das massas dos produtos” (LAVOISIER, 1785 *apud* CAZZARO, 1999), juntamente com o proposto no enunciado da Lei das Proporções Constantes “[...] uma substância qualquer que seja sua origem, apresenta sempre a mesma composição de massa” (PROUST, 1799

apud CAZZARO, 1999) alicerçam as leis ponderais que regem a Estequiometria de Reações Químicas (ERQ).

Considerando que “Na natureza nada se perde nada se cria, tudo se transforma”. A Estequiometria compreende as informações quantitativas relacionadas a fórmulas e equações químicas. Ela está fundamentada nas leis ponderais, principalmente na Lei de Conservação de Massas e na Lei das Proporções Constantes. A Lei de Conservação de Massas segundo o Tratado elementar de química, escrito por Lavoisier e publicado 1789, pode ser enunciada:” Existe uma quantidade igual de matéria antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos elementos permanecem precisamente a mesma e nada acontece além de mudanças e modificações nas combinações desses elementos”. (PROUST, 1799) Já a Lei das Proporções Constantes pode ser enunciada como “uma substância, qualquer que seja sua origem, apresenta sempre a mesma composição em massa”.

As leis ponderais, importantes para o estabelecimento da química como ciência, estão subjacentes à teoria atômica de Dalton, que é à base da explicação das relações ponderais nas reações químicas (VANIN, 2005). Por meio de cálculos estequiométricos, se podem calcular as quantidades de substâncias que participam de uma reação química a partir das quantidades de outras substâncias. A estequiometria abrange todo ensino das reações químicas.

Para a compreensão por parte dos alunos referente a Estequiometria, é necessário observar alguns fatores como a multiplicidade dos fenômenos com base em modelos científicos, ao invés de se utilizar de classificações pré-estabelecidas (LOPES, 1995, p. 8). Dessa forma, ao estudar a massa de um certo composto, mediante diferentes situações propostas pela prática, supera-se o ensino simplesmente exposto 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 abordado.

As concepções relativas à Química, de ciência como processo em construção, refletem diretamente no Meio Ambiente e intensificam a demanda da redução de riscos em produtos e processos. O ramo da Química Ambiental (QA) vem alertando acerca dos prejuízos que os processos químicos podem ocasionar ao Meio Ambiente (METCALF, 1973). Com isso a Química voltada para o Meio Ambiente (MA) tem um grande potencial de promover a integração do conhecimento químico e

pode ser definida como “a invenção, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos visando reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas” (ANASTAS; KIRCHHOFF, 2002).

Por diversos motivos, tanto econômicos quanto ambientais, a Química tem a responsabilidade de otimizar os métodos de síntese, para a obtenção do produto desejado com o máximo de conversão e seletividade e com o mínimo de subprodutos e rejeito gerados (DUPONT, 2000). Esse conceito, é denominado "Economia Atômica" e foi formulado na década de 90 por Trost (TROST, 1991) e Sheldon (SHELDON, 1992), para que deste modo possa-se evidenciar a importância da química limpa, dentro do conceito de mínima agressão ao Meio Ambiente (MA).

A proposta das Diretrizes Curriculares, de acordo com MALDANER (2003, p. 144), admite-se que o Ensino de Química (EQ) tem de ser voltado para construção e reconstrução dos conceitos científicos nas atividades de sala de aula, onde implica-se o entendimento do conhecimento científico e tecnológico para além do domínio estrito dos conceitos de Química.

Segundo Veronez e Piazza (2007), as principais dificuldades na aprendizagem de Estequiometria, referem-se à abstração, bem como a transição entre os níveis de representação da matéria, a grandeza da Constante de Avogadro, a confusão entre mol, quantidade de matéria, Constante de Avogadro e massa molar e as dificuldades com as relações matemáticas e seus cálculos.

As dificuldades de interpretação também são recorrentes, apontadas como o resultado da incompreensão de que o rearranjo dos átomos é o produto de uma transformação Química fundamentada na Lei de Conservação de Massas (LCM), prejudicando o entendimento sobre o balanceamento químico e afetando o raciocínio sobre as relações estequiométricas (VERONEZ; PIAZZA, 2007).

Tendo em vistas os relatos já existentes sobre as dificuldades no aprendizado do conteúdo em questão, proponho fazer uma conexão entre o conteúdo de Estequiometria de Reações Químicas com a temática Meio Ambiente, com o propósito de melhorar o aprendizado dos alunos envolvidos, assim fortalecendo o entendimento dos mesmos para o estudo de Estequiometria de Reações Químicas.

Com base no exposto, este trabalho tem como uma preocupação maior levar para os alunos de uma forma mais receptiva, o conteúdo de Estequiometria como algo mais plausível de ser compreendido, com vistas a uma temática do cotidiano.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

O presente estudo tem como objetivo abordar o conteúdo de Estequiometria de Reações Químicas, a partir da aplicação do conceito Economia Atômica com vistas à compreensão e concepção de Meio Ambiente no Ensino de Química.

2.2 ESPECÍFICOS

Utilizar a contextualização frente ao conteúdo de Estequiometria de Reações Químicas para que desta forma possa-se proporcionar ao estudante melhores condições para que o mesmo possa construir aprendizagens significativas referentes ao tema proposto.

Promover o conhecimento a respeito da eficiência de uma reação química, Economia Atômica e meio ambiente associados ao conteúdo de Estequiometria de Reações Químicas.

Aproximar a Estequiometria do cotidiano dos estudantes frente as questões ambientais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem por objetivo apresentar o referencial teórico utilizado na pesquisa, sendo de fundamental importância para o desenvolvimento do presente trabalho. O embasamento teórico, propõe situar o leitor sobre os conceitos referentes a temática Meio Ambiente (MA) no Ensino de Química (EQ), bem como alguns fatores que influem na aprendizagem de Estequiometria de Reações Químicas (ERQ).

3.1 Ensino de Química:

Atualmente, a educação tem sido questão de debate, no qual a qualidade da aprendizagem dos alunos tem sido questionada, incentivando a busca pela compreensão de alguns fatores que influenciam na aprendizagem.

Para abordar conceitos de maneira mais eficiente, ou seja, quando chegar até os estudantes, a informação seja adquirida de maneira eficaz e útil, métodos direcionaram a humanidade no desenvolvimento de diversos tipos de técnicas para a comunicação e propagação do conhecimento adquirido em prol das futuras gerações, buscando sempre a excelência (GRANDO; MACÊDO, 2017).

Rodrigues, Moura e Testa (2015) mencionam que:

[...] Além de utilizar um método diferenciado, é importante informar o motivo do conceito ser ministrado. Surge, então, a temática do conteúdo e a introdução da metodologia alternativa. No ensino tradicional, o mesmo já vem apresentado pelo programa da escola, sem o questionamento de sua natureza e o seu sentido para a rotina do estudante. [...] (RODRIGUES; MOURA; TESTA, 2015)

O conteúdo de Estequiometria de Reações Químicas apresenta um grau elevado de abstração para os estudantes, assim são perceptíveis as grandes dificuldades de aprendizagem que os estudantes do Ensino Médio apresentam, principalmente no conteúdo em questão. Estas dificuldades estão intimamente associadas com a defasagem de aprendizagem científica ao longo dos anos da vida escolar dos alunos, principalmente no Ensino Fundamental, a interpretação, por exemplo, está presente em todos os momentos do nosso dia a dia, fazendo parte da rotina, no qual a mesma possibilita o entendimento de qualquer discurso ou texto,

até mesmo um enunciado de um exercício de Química precisa ser interpretado, então é de extrema importância para ampliar a compreensão da ideia central dos mesmos, favorecendo a assimilação de conteúdos e ideias e desenvolvendo um pensamento crítico.

Os seres humanos nascem curiosos e receptivos às informações, cabe à escola a responsabilidade de estimular essa curiosidade, promovendo o diálogo e estimulando os sentidos. É importante cultivar a curiosidade provocando a imaginação para que a mente se abra para novas ideias e soluções inusitadas (ROITMAN, 2007).

Diversos trabalhos realizados na área de ensino e aprendizagem de Química, registram as dificuldades que a maioria dos alunos demonstram pela disciplina. Cardoso e Colinvaux (2000) e Santos, A. e colaboradores (2013) em suas investigações sobre as motivações e dificuldades dos alunos no estudo de Química, no qual mencionam alguns fatores que proporcionem de alguma forma uma contribuição com o aprendizado dos estudantes, dispendo das circunstâncias que estão ao redor de um fato, acontecimento ou situação abordada em aula, no qual é possível estabelecer relações entre duas ou mais disciplinas, bem como promover a integração dos conteúdos, podendo ser um fator positivo na compreensão por parte dos alunos.

A metodologia a ser utilizada e a maneira como a mesma é apresentada, pode ser um dos fatores que contribuem para a existência das dificuldades de aprendizagem e a forma de ensinar é um fator de destaque para estimular o interesse pelo objeto de estudo.

A utilização de recursos que extrapolam o simples uso do quadro e giz contribui para a redução das dificuldades de aprendizagem e para a captação do interesse do aluno pela disciplina, resultando em uma aprendizagem efetiva.

Conforme Lima *et al.* (2012) menciona em sua proposta de metodologia contextualizada resultados claros sobre a eficiência de sua aplicação, onde em seu trabalho consta uma oficina utilizando o tema “Tratamento de água” para o estudo de reações químicas, demonstrando um experimento para tratamento de água com o objetivo de atrair o interesse dos alunos pelo assunto.

Através da contextualização, pôde-se explicar o quão importante é a água para o consumo humano, bem como a necessidade de tratamentos que visem a qualidade da mesma, provocando um debate que proporcionou aos alunos a

possibilidade de ampliar seus conhecimentos sobre as questões referentes à água. Finalmente, os alunos tiveram a oportunidade de realizar seu “próprio tratamento de água alternativo”, lançando mão de alguns conhecimentos adquiridos na apresentação da oficina e utilizando o material disponibilizado pela equipe.

Os resultados obtidos de Lima *et al.* (2012) demonstram com clareza a necessidade de aulas mais dinâmicas que possam proporcionar uma aprendizagem mais efetiva e duradoura; o entusiasmo apresentado pelos alunos durante a oficina demonstra que foram abertas novas possibilidades para que novos conhecimentos sejam construídos com a permissão dele, o que facilita bastante o processo de aprendizagem (LIMA *et al.*, 2012).

Albino (2017), comenta sobre o debate em torno do processo de ensino e aprendizagem em Química, onde:

[...] O uso de metodologias alternativas no ambiente educacional já passa a ser discutido por muitos pesquisadores da área. Muitos professores acreditam nas vantagens da utilização das metodologias alternativas, mas ainda existem muitas resistências ao uso delas em sala de aula. Mesmo recebendo motivações, eles passam a ser inseguros diante das novas ações. [...] (ALBINO, 2017)

Rogado (2004) faz algumas considerações acerca da linguagem utilizada no ensino de algumas grandezas Químicas, principalmente com relação ao mol, ele afirma que parte das dificuldades apresentadas pelos alunos se encontram na linguagem científica utilizada em sala de aula.

O primeiro contato com o aluno se faz muito importante para que consiga distinguir conceitos de forma simplificada, tendo condições de avançar para conceitos mais complexos trazendo consigo o conceito básico bem estruturado em sua estrutura cognitiva. Para isto é necessário gastar um tempo maior trabalhando apenas o conceito inicial, com o propósito de evitar que a construção de determinada definição se transforme em um erro conceitual que venha a prejudicar a compreensão dos fenômenos ensinados no futuro.

Silva (2017) comenta a importância da conexão entre os conceitos químicos e matemáticos proporcionados através das Leis Ponderais e Lei das Proporções Fixas:

[...] A Matemática é de suma importância para o entendimento das disciplinas de ciência da natureza, pois é a partir dela que tiramos a veracidade dos fatos. As pesquisas científicas ganham credibilidade, quando as comprovações dos fatos envolvem a construção de equações e construções de funções matemáticas, que comprovem o objeto estudado. Isso também ocorre no campo da Química, foi através das bases Matemática que as leis ponderais, lei das proporções fixas e múltiplas foram comprovadas. [...] (SILVA, 2017)

3.2 Estequiometria:

A Estequiometria teve sua história iniciada no século XVIII e a partir da definição atribuída por Immanuel Kant que acreditava que todas as Ciências eram derivadas da Matemática, foi então que Jeremias Benjamim Ritcher criou a nomenclatura de origem grega sendo *stoincheon* equivalente à palavra elemento e *metron* equivalente à palavra medida, que traduzindo fica “a medida de elementos”.

A Estequiometria é o estudo das relações Químicas baseadas nas Leis Ponderais, que englobam a Lei da Conservação de Massas enunciada por Lavoisier, a Lei das Proporções Constantes proposta por Proust e pela Lei Volumétrica deduzida por Gay-Lussac (COSTA; ZORZI, 2008; DRESSLER; ROBAINA, 2012).

A Estequiometria compreende as informações relativas à quantidade das substâncias envolvidas em uma reação química, fundamentada nas leis ponderais, principalmente na lei da conservação das massas e na lei das proporções fixas.

A Lei da Conservação das Massas segundo o Tratado Elementar de Química, escrito por Lavoisier e publicado 1789, pode ser enunciada:” existe uma quantidade igual de matéria antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos elementos permanecem precisamente a mesma e nada acontece além de mudanças e modificações nas combinações desses elementos”. Já a Lei das Proporções Constantes (PROUST, 1799) pode ser enunciada como “uma substância, qualquer que seja sua origem, apresenta sempre a mesma composição em massa”.

As leis ponderais, importantes para o estabelecimento da química como ciência, estão subjacentes à teoria atômica de Dalton, que é à base da explicação das relações ponderais nas reações químicas (VANIN, 2005). Por meio de cálculos estequiométricos, se podem calcular as quantidades de substâncias que participam de uma reação química a partir das quantidades de outras substâncias. A Estequiometria abrange todo ensino das reações químicas.

Este conteúdo também é abordado no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), bem como é extremamente utilizado no cotidiano em diversas situações, no entanto, quando tratamos de metodologias de ensino e aprendizagem, percebe-se que os estudantes apresentam grande dificuldade em assimilar, que pode estar relacionado com o grau de motivação, metodologia adotada, compreensão do assunto, ambiente de trabalho ou talvez pela interação professor com aluno.

De acordo com os documentos curriculares, o conteúdo de Estequiometria traz a necessidade de aquisição de conhecimentos e habilidades durante seu estudo, algumas delas são: a compreensão do significado da composição dos materiais e da concentração em massa e quantidade de matéria de soluções e do significado matemático do coeficiente estequiométrico (BRASIL, 2000).

Assim, considerando que a Estequiometria de Reações Químicas (ERQ) um conteúdo de extrema importância e relevância, se faz necessário um estudo aprofundado referente às dificuldades de aprendizagem no ensino de química, com o objetivo de se obter resultados que colaborem com os profissionais da área da educação, para que os mesmos possam vir a construir caminhos que possam minimizar estas dificuldades, a partir da inserção de novas estratégias pedagógicas.

3.3 Economia Atômica

Em 1972 ocorreu a conferência de Estocolmo sobre o Meio Ambiente (MA). Este ano é tido como o ano em que o direito ambiental passou a ser reconhecido como ramo jurídico, embora diversos tratados importantes a respeito tivessem sido assinados com anterioridade e as legislações internas de diversos países tenham se ocupado com problemas ambientais, como a matéria florestal, água e outros. A Conferência de Estocolmo teve o grande mérito de haver alertado o mundo para os malefícios que a deterioração do ecossistema poderia causar à humanidade como um todo (JUNGSTEDT, 2002).

Contudo, este aumento significativo do consumo de bens e matérias-primas e o crescimento acelerado e desordenado das cidades, particularmente após a Segunda Guerra Mundial, rapidamente geraram um quadro de degradação ambiental nunca visto anteriormente.

Do início do século XIX, período a partir do qual podemos considerar um crescimento exponencial na produção e utilização de produtos químicos sintéticos,

até os dias de hoje, ou seja, pouco mais de 200 anos, degradamos e poluímos o meio ambiente mais do que em 10.000 anos de história. Tal fato se deu devido ao grande incentivo ao desenvolvimento tecnológico, aliado à falta de consciência com relação à necessidade de investimentos no controle da poluição, tanto do setor público como do privado, e da inexistência de uma legislação ambiental pertinente com relação ao descarte de resíduos tóxicos no meio ambiente, oriundos da atividade da indústria química.

Com consequência, adentramos a década de 1970 com nossos recursos hídricos comprometidos, não havendo definição quanto à destinação de resíduos, a qualidade do ar nos grandes centros piorando a cada ano e uma crise ambiental de proporções nunca imaginada anteriormente sendo vislumbrada para um futuro próximo (FARIAS; FÁVARO, 2011).

Atualmente, entre as diversas normas de gestão internacionais, encontram-se a norma específica aos cuidados com o Meio Ambiente (MA), onde geralmente encontramos alguns pontos relevantes quando tratamos da Química em específico, como por exemplo, deve-se encaminhar os resíduos gerados para uma estação de tratamento após um processo químico, como também deve-se reciclar estes resíduos, reutilizar ou até mesmo incinerá-los dependendo do caso tratado.

[...] Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. [...] (OLIVEIRA, 1988)

O conceito de Economia Atômica foi formulado na década de 90 por Trost e Sheldon, segundo eles, a reação ideal seria aquela onde toda a massa dos reagentes estaria contida nos produtos formados, deste modo teríamos um melhor aproveitamento das matérias-primas utilizadas no processo e, conseqüentemente, seriam gerados menos resíduos, o foco da Economia Atômica (EA) é evidenciar a importância de uma química limpa, dentro do conceito de mínima agressão ao meio ambiente. Uma síntese ideal deve, em princípio, gerar o produto desejado com 100% de rendimento e seletividade através de uma reação e um processo seguro e ecologicamente aceitável.

[...] Também nesse período, o conceito de sustentabilidade é estabelecido e preconiza que devemos satisfazer as necessidades atuais dos seres humanos, não comprometendo a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas necessidades. Surge, ainda, o conceito de “Minimização de Resíduos”, que se refere à redução da quantidade de resíduos sólidos ou líquidos produzidos por um determinado processo. A prática do processo de reciclagem, a valorização e o tratamento seguro dos resíduos sólidos e líquidos, a embalagem segura e rotulagem adequada também estão incorporados neste conceito. [...] (FARIAS; FÁVARO, 2011)

Um exemplo ideal para o conceito de Trost e Sheldon seria a reação de *Diels-Alder*, no qual toda a massa dos reagentes é incorporada aos produtos. É algo extremamente importante para as indústrias, principalmente no quesito economia, devido a este setor ser o maior gerador de resíduos que contaminam o Meio Ambiente.

Neste contexto, o uso de biomassas vegetais se faz necessário, como uma alternativa mais acessível e menos poluente, contribuindo assim para a sustentabilidade de uma ampla gama de produtos químicos, como pode-se perceber no trecho a seguir:

[...] A química tem uma grande participação nos dias atuais com os inúmeros produtos fundamentais à humanidade. A sua presença pode ser destacada desde diversos combustíveis aos mais complexos medicamentos. Porém, a produção química também gera inúmeros inconvenientes, como a formação de subprodutos tóxicos e a contaminação do ambiente e do próprio homem expostos a estes xenobióticos. [...] (GRAEDEL, 1999; POLIAKOFF, 2002)

O parâmetro Economia Atômica (EA) exprime a quantidade de reagentes incorporada aos produtos, segundo aos parâmetros estequiométricos da reação. É, portanto, um parâmetro de natureza teórica, que não leva em consideração o rendimento da reação ou a presença de outras substâncias além dos reagentes, tanto durante a reação quanto na etapa de purificação do produto.

Acredita-se que a temática Economia Atômica (EA) compreende os requisitos necessários para o entendimento de Estequiometria de Reações Químicas (ERQ), onde a proposta será fazer uma intervenção que aborde a temática, porém ressaltando que o enfoque é o conteúdo de Estequiometria, para que assim os alunos possam perceber outras metodologias possíveis de aprendizagem no ensino de química (EQ).

4 METODOLOGIA

Primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, para identificar os trabalhos existentes sobre o ensino de estequiometria, bem como a aplicação da mesma no ensino de química (EQ), com observação de dados teóricos de vários autores que publicaram artigos, dissertações, livros e teses. Conforme mencionam Lima e Miotto (2007, p. 44) “a pesquisa bibliográfica (PB) é um procedimento metodológico importante na produção do conhecimento científico”.

Após a etapa de pesquisa bibliográfica, foram elaborados três planos de aula, no qual foi elaborada uma Unidade Didática (UD) subdividida em três módulos descritos abaixo, com o intuito de facilitar o entendimento do conteúdo de Estequiometria de Reações Químicas, prosseguiu-se com a elaboração do material didático a ser utilizado, apresentação Power Point referente ao conteúdo de Estequiometria, contextualizada com a temática Meio Ambiente.

Posteriormente, a etapa de Aplicação e Avaliação do Material Didático, na qual foi desenvolvida com 9 alunos dos componentes curriculares Química Geral e Química Geral II, ambos componentes ministrados na Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé (RS), contemplando os seguintes cursos de graduação: Engenharia de Alimentos, Engenharia de Energias, Engenharia de Produção e Licenciatura em Química. A aplicação desta Unidade Didática (UD) foi executada em sala de aula remota, por meio da plataforma Google Meet (plataforma que permite criar, transmitir, programar datas para o acontecimento e gravação do conteúdo audiovisual das videoconferências por ele gerenciadas). Segue abaixo o Quadro 1 referente às intervenções pedagógicas realizadas com os estudantes:

Quadro 1. Atividades propostas referentes às intervenções pedagógicas.

ENCONTRO VIRTUAL	OBJETIVO	METODOLOGIA UTILIZADA
1° Encontro: 01 hora/aula	Promover a contextualização e sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes, relacionando as proporções estequiométricas de reações químicas com questões ambientais para uma melhor compreensão do conceito trabalhado (Proporções Constantes – Joseph Louis Proust).	Utilização da temática Meio Ambiente e experimento remoto (reação entre o magnésio e o ácido clorídrico e alumínio com ácido clorídrico)
2° Encontro: 01 hora/aula	Problematizar e discutir o Princípio de Conservação de Massa (Antoine Laurent Lavoisier), por meio de questões ambientais.	Debate e definição dos conceitos.
3° Encontro: 01 hora/aula	Contextualizar a temática central Economia Atômica com o conceito abordado nos encontros anteriores, Estequiometria de Reações Químicas	Revisão de conceitos importantes, por meio da temática Economia de Átomos, Apresentação Power Point com ilustrações e exemplos
4° Encontro: 01 hora/aula	Aplicar um questionário final para a análise de dados referente a aceitabilidade do trabalho proposto, bem como a compreensão dos estudantes frente a temática proposta.	Questionário com questões objetivas e respostas curtas relacionado às temáticas Meio Ambiente e Economia de Átomos.

Fonte: Autora (2021).

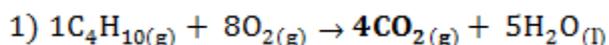
Todas as intervenções e atividades realizadas durante o período disponível para a aplicação desta Unidade Didática (UD), estão detalhadas nos apêndices do presente trabalho.

A prática foi realizada em dois momentos, descritos abaixo:

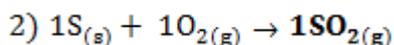
4.1) Introdução ao conteúdo de Estequiometria com a turma: Abordando as relações de massa nas reações químicas, ou seja, as proporções entre reagentes consumidos e produtos formados, mencionando que as reações químicas acontecem em proporções definidas, sendo possível prever quanto do produto será formado dada uma quantidade dos reagentes. Esta prática de ensino foi feita por meio da plataforma Google Meet, utilizando material PowerPoint para a realização de questões referentes ao conteúdo de estequiometria com a turma.

4.11 Módulo 1 - Introdução ao Conceito de Proporções Constantes (Joseph Louis Proust)

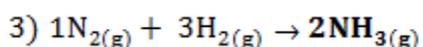
Neste módulo iremos relacionar as proporções estequiométricas de reações químicas com questões ambientais para uma melhor contextualização do conceito a ser estudado, por meio das seguintes equações:



O Gás Carbônico (CO_2), em altas concentrações, pode ocasionar a poluição do ar, chuva ácida e o constante desequilíbrio do efeito estufa.



O Dióxido de Enxofre (SO_2), pode contribuir para o aquecimento do planeta Terra, chuvas ácidas, reduzindo a concentração populacional de peixes em lagos devido à diminuição de pH.



A Amônia (NH_3), ao Meio Ambiente, oferece grande risco de intoxicação por contaminação hídrica e atmosférica, queima as plantas por desidratação e por ser uma molécula básica, ela recebe um próton pela interação com a água, com isso a água apresenta um comportamento ácido, fator que irá interferir na permanência dos seres vivos que ali habitavam.

Considerando estes parâmetros, iremos discutir alguns pontos importantes a serem abordados ao longo dos módulos, que é a proporção que existe entre os reagentes, destacada na Lei formulada por Proust, em 1797, também chamada de “Lei das Proporções Constantes”. Ela baseia-se em “Uma determinada substância composta é formada por substâncias mais simples, unidas sempre na mesma proporção em massa”.

A reação só ocorre nas proporções definidas entre os reagentes. Proust concluiu que, quando várias substâncias se combinam para formar um composto, isso é sempre feito numa relação de massas definida.

Para o melhor entendimento por parte dos estudantes referente ao Conceito de Proporções Constante, este conceito foi correlacionado com questões ambientais, a fim de proporcionar a concepção da temática ambiental para os alunos envolvidos, com isto irei abordar por meio de exercícios, algumas reações que ocorrem na atmosfera, que visam a diminuição de gases prejudiciais aos seres vivos, como também questões envolvendo o comportamento da água com algumas substâncias tóxicas ao ambiente aquático e também irei abordar a questão da toxicidade do cobre, enxofre e mercúrio, entre outros elementos químicos no decorrer da aplicação.

Por fim, apresento um vídeo de um experimento que faz uma comparação entre a reação do Ácido Clorídrico com o Magnésio e Ácido Clorídrico com o Alumínio, é possível perceber o conflito entre teoria e prática, no qual nas duas reações destes metais com o Ácido Clorídrico, há liberação de gás, o que ocasiona perda de massa, bem como diminuição de eficiência atômica, que é o ponto principal a ser abordado no presente trabalho. Traz a importância do cuidado com as proporções, cálculos incorretos que podem ocasionar em perda de reagente, o experimento a ser apresentado utiliza o método qualitativo, não observa as quantidades ou proporções definidas, porém utiliza pequenas quantidades de reagentes, a fim de exemplificar os fenômenos que ocorrem nas reações apresentadas.

4.111 Experimento Disponibilizado Através da Plataforma YouTube Comparação entre a Reação do Magnésio (Mg) com Ácido Clorídrico (HCl) com a Reação do Alumínio (Al) com Ácido Clorídrico (HCl)

Materiais Utilizados:

- 1 pipeta graduada
- 1 bécker
- 1 estante para tubos de ensaio
- 2 tubos de ensaio
- Magnésio em aparras
- Alumínio em aparras
- Ácido clorídrico concentrado

Procedimento Experimental:

- 1- Primeiramente, com o auxílio de uma pipeta graduada, medir uma quantidade de aproximadamente 8 mL de ácido clorídrico concentrado e adicionar em um *bécker*.
- 2- Após, com o auxílio do *bécker* contendo 8 mL de ácido clorídrico concentrado, acrescentar uma parcela igual em cada tubo de ensaio.
- 3- Posteriormente acrescentar o alumínio dentro de um tubo de ensaio e em seguida após a reação do alumínio com ácido clorídrico se estabilizar, acrescentar o magnésio no tubo de ensaio seguinte e observar a reação ocorrida em cada um dos tubos de ensaio.

Quadro 2. Questionamentos pós apresentação do vídeo do experimento.

(continua)

1. As reações em cada *Erlenmeyer* ocorreram do mesmo modo?

R.: Não, o que difere é a velocidade com que as reações ocorrem, a reação entre o alumínio e o ácido clorídrico é muito lenta, conforme o tempo vai passando ela tende a se tornar mais vigorosa. Já a reação entre o magnésio e o ácido clorídrico é um processo mais vigoroso com velocidade de reação maior comparada a anterior, ambas reações liberam gás hidrogênio, bem como são reações de simples troca entre metal e ácido clorídrico.

Quadro 2. Questionamentos pós apresentação do vídeo do experimento.

(conclusão)

2. Em qual *Erlenmeyer* a reação ocorreu mais rápido? Por que?
R.: No segundo *Erlenmeyer*, no qual situa-se a reação do magnésio com o ácido clorídrico, devido a reatividade deste metal ser elevada.
3. Você acredita ser importante cronometrar o tempo em que cada reação ocorreu para assim responder à questão 1?
R.: Sim, seria interessante para se ter um comparativo exato do tempo que estes metais levaram para se oxidar.
4. Quais fatores você acredita terem influenciado na reação? A concentração do ácido clorídrico? O tamanho de cada fita de magnésio? O tamanho do recipiente?
R.: A reatividade dos metais interfere no resultado, bem como a concentração elevada de ácido clorídrico irá acelerar as reações em questão.
5. A proporção entre os reagentes é importante?
R.: Sim, fator extremamente importante, pois com as proporções exatas, utilizando-se as mínimas quantidades possíveis, minimiza-se os desperdícios em procedimento químicos.
6. Faça o balanceamento da reação entre o magnésio e o ácido clorídrico e responda qual a proporção ideal para esta reação.
R.: A proporção ideal é de 1 mol de Magnésio para 2 mols de Ácido Clorídrico, como pode-se observar na equação química representada abaixo:
- $$\text{Mg}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$$
7. Quantos gramas de magnésio reagem com o ácido clorídrico de acordo com a proporção da reação?
R.: 24,3 gramas de Magnésio reagem com 73 gramas de Ácido Clorídrico, de acordo com a proporção da equação química representada acima.

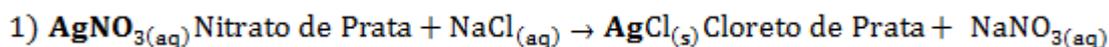
Fonte: Autora (2021).

4.2 Módulo 2 - Princípio da Conservação de Massa (Antoine Laurent Lavoisier)

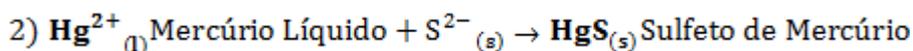
“Na natureza nada se perde nada se cria, tudo se transforma” (LAVOISIER, 1985). Esta frase é utilizada para expressar informações quantitativas relacionadas a fórmulas e equações químicas.

Neste módulo iremos tratar da importância da Lei da Conservação das Massas, que segundo o Tratado elementar de química, escrito por Lavoisier e publicado em 1789, pode ser enunciada de seguinte modo: "existe uma quantidade igual de matéria antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos elementos permanecem precisamente a mesma e nada acontece além de mudanças e modificações nas combinações desses elementos".

Seguem abaixo as reações químicas utilizadas para correlacionar o conteúdo de Estequiometria de Reações Químicas com a temática Meio Ambiente:



A Prata (Ag), apresenta elevada toxicidade de suas nanopartículas, sugere-se inicialmente a degeneração celular relacionada a ingestão das mesmas.



O Mercúrio (Hg), é um dos metais mais tóxicos da crosta terrestre, afeta diretamente os compartimentos água, ar e solo.

Já a Lei das Proporções Constantes (PROUST, 1799), abordada no Módulo I do presente trabalho, que vem a complementar o entendimento de estequiometria a ser apresentada no Módulo seguinte, Proust menciona que "uma substância, qualquer que seja sua origem, apresenta sempre a mesma composição em massa".

As leis ponderais, importantes para o estabelecimento da química como ciência, estão subjacentes à teoria atômica de Dalton, que é à base da explicação das relações ponderais nas reações químicas (VANIN, 2005).

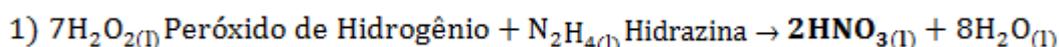
Por meio de cálculos estequiométricos, pode-se calcular as quantidades de substâncias que participam de uma reação química a partir das quantidades de outras substâncias. A estequiometria abrange todo ensino das reações químicas.

Ao final deste Módulo, podemos responder as questões iniciais propostas ao início do mesmo: "Na natureza nada se perde nada se cria, tudo se transforma". Qual cientista famoso mencionou esta frase? O que esta frase quer nos dizer realmente? Qual a diferença entre a teoria e a prática, no caso em questão? Estas

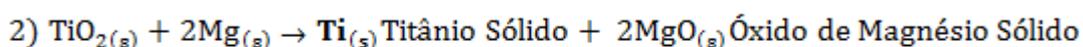
questões são de grande importância para vocês começarem a formar o conceito de estequiometria.

4.3 Módulo 3 - Estequiometria de Reações Químicas

Neste módulo serão abordados os fenômenos pelos quais uma ou mais substâncias são transformadas em outras, denominado de reação química. Quanto a equação química pode-se dizer que é uma representação de transformações ocorridas em processos químicos.



O Ácido Nítrico (HNO_3), é tóxico e muito corrosivo, os vapores podem se constituir em uma mistura de óxidos de nitrogênio, quando reagidos com materiais metálicos ou compostos orgânicos.



O Titânio (Ti) é um metal pesado e por consequência em altas concentrações pode vir a ocasionar problemas ambientais.

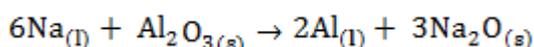
Em certas condições, uma reação química irá obedecer às mesmas relações ponderais, ou seja, obedece a uma determinada estequiometria (proporção). Caso um dos reagentes esteja em excesso, este excesso não terá como reagir, pois o outro reagente denominado limitante, como o próprio nome já nos informa, estabelecerá um limite para a continuidade da reação química, portanto aquele excesso não terá com quem interagir.

Iremos ver detalhadamente os aspectos relevantes quando abordamos reagentes limitantes, levando em conta a importância de utilizar medidas corretas referentes a estequiometria da reação química em questão, o que confere um maior rendimento ao processo, evitando desta maneira desperdícios, que vai ao encontro da temática Economia de Átomos.

Primeiramente irei ressaltar pontos importantes a serem considerados, como por exemplo: O reagente limitante irá limitar a quantidade de produto que pode ser produzido na reação. Quando o reagente limitante é totalmente consumido, a reação para, mesmo tendo outros reagentes presentes. Todos os outros reagentes que sobraem são reagentes em excesso.

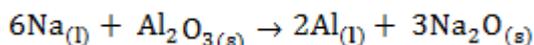
Posteriormente iremos exercitar os conceitos abordados em aula remota, exercício encontra-se abaixo:

1) Considere a seguinte reação corretamente balanceada:



Determine o reagente limitante e o reagente em excesso desta reação quando 5,52g de sódio (Na) reagem com 5,10g de óxido de alumínio (Al_2O_3).

1º passo:



5,52g de sódio (Na) reagem com 5,10 g de óxido de alumínio (Al_2O_3). (dados fornecidos pelo exercício)

$\text{MM}(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}$; $\text{MM}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102 \text{ g/mol}$

Determinando a quantidade em mols (n) de cada reagente:

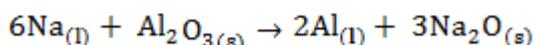
$$n = \frac{m}{\text{MM}}$$

$$n(\text{Na}) = \frac{5,52\text{g}}{23\text{g/mol}} \rightarrow \text{número de mols de sódio} = 0,24 \text{ mols}$$

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{5,10\text{g}}{102\text{g/mol}} \rightarrow \text{número de mols de óxido de alumínio} = 0,05 \text{ mols}$$

2º passo:

Relação estequiométrica para descobrir a quantidade necessária de cada reagente:



6 mols de Sódio (Na) _____ 1 mol de Óxido de Alumínio (Al_2O_3)
 0,24 mols de Sódio (Na) _____ x
 $x = 0,04$ mols de Óxido de Alumínio (Al_2O_3)

6 mols de Sódio (Na) _____ 1 mol de Óxido de Alumínio (Al_2O_3)
 x _____ 0,05 mols de Óxido de Alumínio (Al_2O_3)
 $x = 0,3$ mols de Sódio (Na)

3º passo:

Quadro 3. Comparação entre Reagente Limitante e Reagente em Excesso.

	Na	Al_2O_3
Tenho:	0,24 mol	0,05 mol
Preciso:	0,3 mol	0,04 mol

Fonte: Autora (2021).

Sódio (Na) é o Reagente Limitante

Óxido de Alumínio (Al_2O_3) é o Reagente em Excesso

Para contextualizar com a temática Economia Atômica, trago aqui um exercício que envolve vários conceitos abordados durante os três módulos do presente trabalho.

2) Na reação química abaixo, podemos ver a interação entre o Óxido de Titânio e o Magnésio Sólido, onde um certo analista estava precisando de uma grande quantidade de Titânio Sólido para o seu projeto. Para isto, calcule a Economia Atômica Percentual para saber se este método de síntese é válido para este analista, considerando que o mesmo precisa de uma precisão nos dados, como também na técnica utilizada. Foi destacada a toxicidade do Titânio, contextualizando com questões ambientais, para que desta forma se evite desperdícios deste reagente em processos reacionais.

1º passo:

Para este exercício de fixação de conceitos irei fornecer a fórmula utilizada para o cálculo da Economia Atômica Percentual, descrita abaixo:

Economia Atômica Percentual:

$$EA (\%) = \frac{\text{Massa Molar do produto desejado}}{\text{Massa Molar total dos reagentes}} \times 100$$

2º passo:

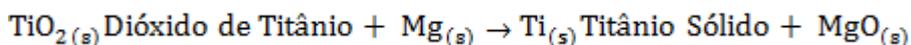
Identificar quais substâncias estão presentes pelo enunciado do exercício, tais substâncias estão descritas abaixo com sua respectiva fórmula molecular:

Óxido de Titânio: TiO_2

Magnésio Sólido: Mg

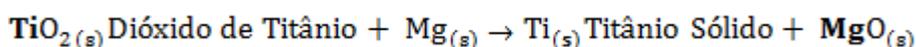
3º passo:

Escrever a reação química entre os dois reagentes anteriormente expostos com seus respectivos produtos formados:

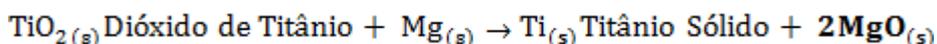
**4º passo:**

Percebam que a reação acima não está com suas devidas proporções, então temos que fazer o balanceamento de maneira correta, segue abaixo:

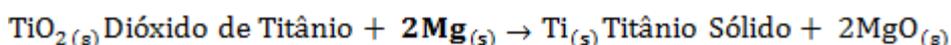
É possível perceber que o titânio e o magnésio estão com seus coeficientes corretos "1" até o momento, vejamos abaixo:



Porém o único elemento que necessita de ajuste nesta reação química é o Oxigênio, como podemos perceber abaixo temos dois oxigênios no lado dos reagentes e apenas um oxigênio no lado dos produtos, portanto iremos acrescentar o coeficiente 2 na frente do MgO (Óxido de Magnésio):



Veremos que quando acrescentamos o coeficiente 2 para o produto MgO (Óxido de Magnésio), o magnésio sólido nos reagentes Mg(s) não ficará balanceado, ou seja, as proporções não conferem com esperado. Portanto teremos que acrescentar também um coeficiente 2 para o Mg(s);



Como podemos perceber, a reação acima está balanceada após seguirmos os passos, portanto podemos prosseguir para a fórmula de Economia Atômica Percentual, onde nos diz que dividindo a massa do produto desejado pela massa total dos reagentes, após multiplicando este resultado por cem, encontramos o valor em percentagem da Economia Atômica da reação química em questão:

$$\text{EA (\%)} = \frac{\text{Massa Molar do produto desejado}}{\text{Massa Molar total dos reagentes}} \times 100$$

5º passo:

Identificar o produto desejado, como pode-se perceber no enunciado do exercício, é mencionado que o analista precisa sintetizar uma grande quantidade de Titânio Sólido para o seu projeto, portanto o Titânio Sólido é o produto desejado para este caso, com isto colocaremos os dados na fórmula fornecida:

$$\text{EA (\%)} = \frac{\text{Massa Molar do (Ti)}}{\text{Massa Molar (TiO}_2) + 2 \times \text{Massa Molar (Mg)}} \times 100$$

6º passo:

Com este passo vencido podemos prosseguir para o cálculo das concentrações molares de cada substância necessária para os devidos cálculos, abaixo encontram-se as concentrações molares calculadas:

Massas Molares dos Compostos Envolvidos na Reação de Obtenção do Titânio:

Massa Molar do Titânio (Ti) = 47,9 g/mol

Massa Molar do Dióxido de Titânio (TiO₂) = 79,9 g/mol

Massa Molar do Magnésio (Mg) = 24,3 g/mol

7º passo:

Substituir as concentrações molares calculadas no 6º passo e observar os coeficientes estequiométricos para a posterior multiplicação, como podemos perceber apenas o reagente Magnésio apresenta coeficiente diferente de 1, então somente precisamos multiplicar a massa molar do Magnésio pelo seu respectivo coeficiente 2, como mostra abaixo:

$$EA (\%) = \frac{47,9 \text{ g/mol}}{79,9 \text{ g/mol} + (2 \times 24,3 \text{ g/mol})} \times 100$$

8º passo:

Com os cálculos feitos chegamos ao seguinte resultado, que confere uma baixa Economia de Átomos à técnica utilizada, diversos fatores que iremos discutir posteriormente que levaram a este resultado, considerando a Química Verde esta reação apresenta baixa eficiência atômica, o que não é muito adequado, porém esta reação é muito utilizada para a obtenção de Titânio sólido:

Resposta:

EA (%) = 37,3% de Economia Atômica no Processo de Obtenção do Titânio.

4.2 Aplicação de um questionário online contemplando 7 questões dissertativas.

Para este encontro foi utilizado um período de aproximadamente 20 minutos para que os estudantes concluíssem o questionário elaborado na plataforma Google Formulários, referente aos conceitos abordados durante o período de aplicação desta Unidade Didática (UD), bem como o parecer dos alunos quanto a metodologia utilizada de forma contextualizada.

Tendo em vista os conhecimentos adquiridos pelos estudantes envolvidos, este questionário, foi uma ferramenta metodológica essencial para o presente trabalho de conclusão de curso, visando correlacionar a estequiometria com a temática Meio Ambiente (MA). O questionário está descrito abaixo:

4.21 Questionário Final para Análise de Dados:

- 1) Qual a correlação entre economia atômica e meio ambiente para um ambiente mais sustentável?
- 2) O uso da temática economia atômica e meio ambiente facilitou o seu aprendizado em estequiometria de reações químicas? Por que?
- 3) Você achou interessante estes temas utilizados para o aprendizado de química?
- 4) Você vê alguma importância destes tipos de aula, onde relacionam um tema específico da química com questões socioambientais, socioeconômicas?
- 5) Você, em algum momento do aprendizado na disciplina de química tem trabalhado com temáticas relacionadas ao meio ambiente?
- 6) Qual o seu grau de satisfação quanto as aulas de estequiometria ministradas?
- 7) Que outra(s) sugestão(ões) você indicaria para ser abordada como temática no estudo de estequiometria?

Foram questionados 9 alunos dos componentes curriculares Química Geral e Química Geral II, contemplando os seguintes cursos de graduação: Engenharia de Alimentos, Engenharia de Energias, Engenharia de Produção e Licenciatura em Química presentes nos encontros síncronos da plataforma Google Meet, os mesmos responderam de forma descritiva os questionamentos que lhes foram atribuídos. A partir dos conhecimentos adquiridos ao longo das intervenções pedagógicas acerca

da temática proposta, o questionário foi disponibilizado através da plataforma Google Formulários.

Todos os estudantes envolvidos se demonstraram interessados a responder o questionário proposto. As respostas foram dentro do esperado e vão ao encontro dos objetivos descritos no presente trabalho.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No que se referem ao tratamento dos dados obtidos através do instrumento de pesquisa, os mesmos foram organizados em gráficos e quadros, inseridos e ordenados abaixo. Todos os dados coletados foram discutidos e em seguida articulados com os referenciais teóricos que tratam sobre o objeto em estudo.

A proposta do trabalho em questão é fazer uma aproximação do conteúdo proposto de Estequiometria de Reações Químicas com o cotidiano de alunos do Ensino Superior de Química, como também contribuir de maneira positiva no aprendizado e ampliação de conhecimentos dos alunos envolvidos, de modo a proporcionar a conexão entre o conteúdo de Estequiometria de Reações Químicas com a temática Meio Ambiente.

Pergunta 01

Qual a correlação entre economia atômica e estequiometria de reações químicas para um ambiente mais sustentável?

Segue abaixo o Quadro 4 com as respectivas respostas dos alunos, descritas em ordem aleatória, não obedecendo a ordem alfabética (chamada), para evitar identificá-los.

Quadro 4. Respostas referentes à primeira pergunta do Questionário.

(continua)

Estudante	Resposta Descritiva
E1	O menor gasto possível e maior sustentabilidade.
E2	Calculamos a quantidade de substâncias.
E3	Acredito que para conhecimento do que realmente é necessário na utilização dos compostos químicos, para se obter os produtos desejados.

Quadro 4. Respostas referentes à primeira pergunta do Questionário.

(conclusão)

Estudante	Resposta Descritiva
E4	Saber com exatidão a quantidade de recursos que serão utilizados evita o desperdício.
E5	É calculada a quantidade de substância química.
E6	Tudo está relacionado.
E7	Não sei.
E8	Cuidar o excesso.
E9	A Economia Atômica é a medida de eficiência de uma reação e as reações químicas são as relações entre reagentes e produtos.

Fonte: Autora (2021).

De acordo com o quadro 4, percebe-se que os estudantes compreenderam os principais conceitos acerca da relação entre Economia Atômica e Estequiometria de Reações Químicas, destacando o E9, onde menciona que “A Economia Atômica é a medida de eficiência de uma reação e as reações químicas são as relações entre reagentes e produtos.”, fica evidente a compreensão isolada destes conceitos, pois é necessário comentar sobre a relação da temática com o conteúdo em si. Porém os estudantes E1, E3, E4 e E8, foram mais claros e objetivos, pois se tratando de Economia Atômica, o intuito é que os alunos envolvidos destaquem a palavra Excesso, bem como a quantidade de reagente necessária para que se evite desperdícios, que vai ao encontro da resposta descritiva destes alunos.

Pergunta 02

O uso das temáticas Economia Atômica e Meio Ambiente facilitaram o seu aprendizado em estequiometria de reações químicas? Por que?

Segue abaixo o Quadro 5 com as respectivas respostas dos alunos, descritas em ordem aleatória, não obedecendo a ordem alfabética (chamada), para evitar identificá-los.

Quadro 5. Respostas referentes à segunda pergunta do Questionário.

Estudante	Resposta Descritiva
E1	Sim.
E2	Sim, bastante.
E3	Sim, pois fornece uma visão mais clara da teoria na prática.
E4	Sim, ter algo mais nítido para comparar com um assunto novo ajuda bastante.
E5	Diversificam as abordagens em relação a estequiometria.
E6	Sim.
E7	Não sei como seria.
E8	Sim. Tenho certeza que no futuro lembrarei dos encontros com a Ana.
E9	Acredito que tenha ajudado sim.

Fonte: Autora (2021).

Quando questionados sobre a utilização das temáticas Economia Atômica e Meio Ambiente como facilitadores do aprendizado de química, a maioria dos estudantes comentou positivamente e apenas o E7 não compreendeu a pergunta, pois sua resposta foi "Não sei como seria", o que demonstra que não houve entendimento por parte do estudante.

Segundo a análise dos resultados, foi possível observar que 88,8% dos estudantes (conforme figura 1 situada abaixo) envolvidos conseguem perceber que é possível conciliar o conteúdo de química, neste caso, Estequiometria de Reações

Químicas (ERQ) com situações do cotidiano, com o intuito de facilitar a assimilação deste conteúdo, uma possível abordagem para se ter esta correlação seria trazer situações práticas que pudessem demonstrar a aplicação deste conteúdo dentro do cotidiano do estudante, através de exemplos que discutissem, por exemplo, que uma reação química em proporções corretas de reagentes é de fundamental importância para processos que levem em conta a máxima eficiência de uma reação química nas indústrias.

O sabão, por exemplo, deve passar por um rígido controle de qualidade, a fim de que não haja excesso de reagentes na sua preparação, o que poderia acarretar, além de aumento de custo e perda de qualidade, danos à saúde do consumidor, como irritação de pele, alergias etc. O ensino de estequiometria a partir de situações problematizadoras, talvez venha a facilitar a assimilação e diminuição do grau de abstração que este conteúdo apresenta para os estudantes.

Figura 1. Gráfico Utilização das temáticas Economia Atômica e Meio Ambiente para o Aprendizado de Estequiometria de Reações Químicas.



Fonte: Autora (2021).

De acordo com Paz (2010), uma das grandes dificuldades em aprender estequiometria pode estar relacionada ao não entendimento dos conceitos matemáticos, proporções entre reagentes e produtos, entre outros fatores a serem considerados para a compreensão do conteúdo de Estequiometria de Reações Químicas.

Pergunta 03

Você achou interessante estes temas utilizados para o aprendizado de química?

Segue abaixo o Quadro 6 com as respectivas respostas dos alunos, descritas em ordem aleatória, não obedecendo a ordem alfabética (chamada), para evitar identificá-los.

Quadro 6. Respostas referentes à terceira pergunta do Questionário.

Estudante	Resposta Descritiva
E1	Muito.
E2	Sim.
E3	Sim.
E4	Sim, foram interessantes as situações.
E5	Sim.
E6	Sim, muito.
E7	Sim.
E8	Sim, pois Estequiometria é algo que sempre tenho dificuldade.
E9	Bastante interessante, pois se tratando de meio ambiente, sempre precisamos aprender um pouco mais.

Fonte: Autora (2021).

Nesta pergunta, 100% dos estudantes se mostraram interessados na utilização da temática Meio Ambiente.

Percebe-se na resposta do E8 “Estequiometria é algo que sempre tenho dificuldade”. O destaque para a palavra dificuldade, que já vem sendo apontada por diversas pesquisas realizadas sobre o ensino de Estequiometria de Reações Químicas no contexto da educação básica e que vem ao encontro dos resultados obtidos por Santos (2013) afirma que o estudo de estequiometria, é muito importante no aprendizado de Química, visto que o conteúdo envolve a transição constante

entre distintos domínios da matéria, lidando com as relações quantitativas das transformações químicas, nas fórmulas e nas equações químicas.

Desta forma torna-se necessário que o estudante possa transitar entre os 3 níveis de representação da Química (macroscópico, simbólico e submicroscópico), como também considero muito importante saber trabalhar com a grandeza quantidade de matéria, para que os estudantes possam identificar a diferença e semelhança com a grandeza química denominada mol.

Nesse contexto, o profissional da área de Química deve reconhecer o quão relevante é este conteúdo tanto para o raciocínio lógico quanto para interdisciplinaridade dos conceitos envolvidos, visto que é a base para o entendimento de diversos conteúdos que estarão fazendo o uso de equações químicas e cálculos provenientes do estudo da estequiometria. Ressalto, ainda a importância de um diagnóstico referente as limitações que os estudantes apresentam, sabendo construir caminhos que ajudem a minimizá-las, com vistas a conduzir uma aprendizagem significativa nos estudantes.

Pergunta 04

Você vê alguma importância destes tipos de aula, onde relacionam um tema específico da química com questões socioambientais, socioeconômicas?

Segue abaixo o Quadro 7 com as respectivas respostas dos alunos, descritas em ordem aleatória, não obedecendo a ordem alfabética (chamada), para evitar identificá-los.

Quadro 7. Respostas referentes à quarta pergunta do Questionário.

(continua)

Estudante	Resposta Descritiva
E1	Sim, no mundo de hoje são necessárias essas pautas estarem sempre presentes.
E2	Sim.

Quadro 7. Respostas referentes à quarta pergunta do Questionário.

(conclusão)

Estudante	Resposta Descritiva
E3	Sim, porque une a teoria a assuntos cotidianos da sociedade, com temas importantes debatidos hoje em dia.
E4	Sim, tem várias coisas acontecendo ao redor do mundo que não chegam aos ouvidos das pessoas.
E5	Sim é bem interessante.
E6	É muito importante pois temos que ter consciência social.
E7	São muito importantes essas abordagens.
E8	Sim, estão relacionados no nosso dia a dia.
E9	Sim.

Fonte: Autora (2021).

Percebe-se que quando questionados quanto a importância destes tipos de aula onde fazem uma relação com um tema em específico da química com questões socioambientais, socioeconômicas, 100% dos estudantes comentaram sobre a importância das mesmas e destacaram vários aspectos importantes, como por exemplo, “a união da teoria com assuntos da sociedade, com temas importantes debatidos hoje em dia” (resposta E3).

A discussão de temáticas socioeconômicas e socioambientais articuladas ao ensino de química desempenham um papel fundamental na formação de cidadãos, na aquisição de habilidades básicas e no desenvolvimento da capacidade de tomada de decisões (ALEXANDRE; ARRIGO, 2016).

Pergunta 05

Você, em algum momento do aprendizado na disciplina de química tem trabalhado com temáticas relacionadas ao meio ambiente?

Segue abaixo o Quadro 8 com as respectivas respostas dos alunos, descritas em ordem aleatória, não obedecendo a ordem alfabética (chamada), para evitar identificá-los.

Quadro 8. Respostas referentes à quinta pergunta do Questionário.

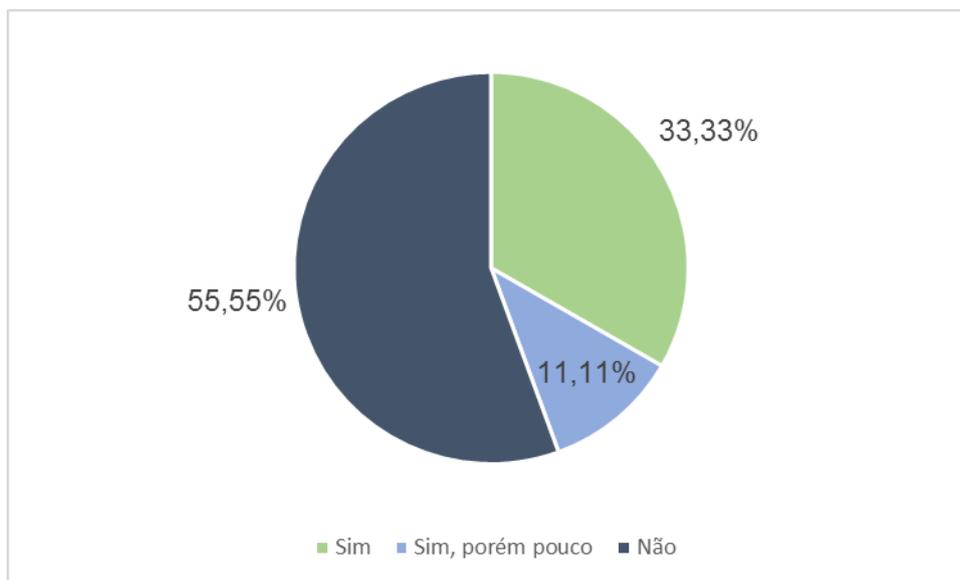
Estudante	Resposta Descritiva
E1	Sim, porém pouco.
E2	Não.
E3	Não.
E4	Não que eu me lembre.
E5	Sim.
E6	Sim, trabalhei em tópicos estéticos ambientais.
E7	Sim.
E8	Não.
E9	Não, por enquanto ainda não.

Fonte: Autora (2021).

De acordo com a figura 2 (anexada abaixo), percebe-se que grande maioria dos estudantes não trabalhou ou teve poucas oportunidades de contato com temáticas relacionadas ao Meio Ambiente. Com isso, destaco que a proposta apresentada, foi algo diferenciado para estes estudantes.

Silva (2015) enfatiza que as práticas pedagógicas, não devem apenas utilizar a reprodução sistemática e a exposição de conteúdo. Desta forma, entende-se que o ensino de Química deve permitir ao aluno pensar, formular suas opiniões e construir conhecimentos relevantes, levando em consideração não somente o contexto social do indivíduo, como também englobar o conteúdo com aspectos socioeconômicos e socioambientais.

Figura 2. Gráfico Oportunidade de Trabalhar com Temáticas Relacionadas ao Meio Ambiente.



Fonte: Autora (2021).

Pergunta 06

Qual o seu grau de satisfação quanto as aulas de estequiometria ministradas?

Segue abaixo o Quadro 9 com as respectivas respostas dos alunos, descritas em ordem aleatória, não obedecendo a ordem alfabética (chamada), para evitar identificá-los.

Quadro 9. Respostas referentes à sexta pergunta do Questionário.

(continua)

Estudante	Resposta Descritiva
E1	10
E2	Alto, gostei bastante, bem explicado.
E3	10
E4	Bastante satisfeito.
E5	9 de 10
E6	Foram muito proveitosas, todo conhecimento novo é bem-vindo.

Quadro 9. Respostas referentes à sexta pergunta do Questionário.

(conclusão)

Estudante	Resposta Descritiva
E7	Muito bom.
E8	Eu gostei, foram colocadas de maneira clara.
E9	Fiquei bastante satisfeita, mas tenho bastante dificuldade nesse tema.

Fonte: Autora (2021).

Com base nas respostas destacadas, percebe-se que a abordagem e a metodologia utilizada contribuíram para que estes estudantes tenham uma visão diferenciada referente ao conteúdo proposto.

Pergunta 07

Que outra(s) sugestão(ões) você indicaria para ser abordada como temática no estudo de estequiometria?

Segue abaixo o Quadro 10 com as respectivas respostas dos alunos, descritas em ordem aleatória, não obedecendo a ordem alfabética (chamada), para evitar identificá-los.

Quadro 10. Respostas referentes à sétima pergunta do Questionário.

(continua)

Estudante	Resposta Descritiva
E1	Nenhuma.
E2	Não sei.
E3	A utilização de agrotóxicos em lavouras, na qual afeta e muito o meio ambiente.
E4	Indústria.
E5	Estou satisfeito com a atual abordagem.

Quadro 10. Respostas referentes à sétima pergunta do Questionário.

(conclusão)

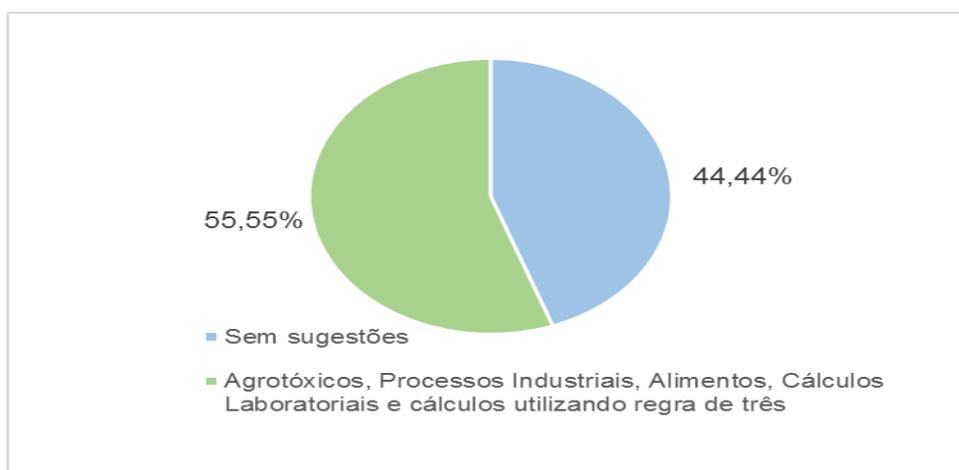
Estudante	Resposta Descritiva
E6	Alimentos.
E7	Não tenho nenhuma.
E8	Mais cálculos de laboratório. Nunca é demais.
E9	Mais cálculos envolvendo regra de três.

Fonte: Autora (2021).

Quando questionados sobre alguma sugestão a ser abordada como temática no estudo de estequiometria 44,4% dos estudantes mencionaram que não havia nenhuma sugestão. “Estou satisfeito com a atual abordagem” (E5), uma das hipóteses é o fato de se ter alunos de diversos cursos de graduação, talvez tenham uma visão mais restrita da aplicação de cálculos estequiométricos, que seja um dos motivos para fazer com que estes estudantes não tenham uma sugestão, reflexo da heterogeneidade da turma.

Considerando o resultado de 55,5% dos estudantes em temas sugeridos, ficam como possíveis sugestões para futuros trabalhos no ensino de estequiometria, onde se destacaram as temáticas Agrotóxicos, Processos Industriais, Alimentos, Cálculos Laboratoriais e até mesmo mais cálculos utilizando regra de três, conforme a Figura 3 (anexada abaixo).

Figura 3. Gráfico Sugestões de Temáticas para Abordagem no Ensino de Química.



Fonte: Autora (2021).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contudo, o uso da temática "Meio Ambiente" adotada como metodologia de ensino/aprendizagem tem a possibilidade de facilitar os estudantes a correlacionarem os cálculos estequiométricos com temas transversais e contemporâneos, assim observando a importância de conhecer a estequiometria e trabalhar de forma correta seja nos cálculos ou até mesmo pensando que estes estudantes virão a desenvolver projetos e aplicar estes conhecimento referentes aos cálculos estequiométricos, podendo assim evitar a formação de subprodutos indesejados, ou até mesmo evitar o rendimento reacional baixo e minimizar a formação de resíduos que sejam difíceis de serem tratados.

Com base nos dados obtidos através do questionário, conclui-se que 88,8% dos estudantes envolvidos, mencionaram que o uso das temáticas Economia Atômica e Meio Ambiente facilitaram o aprendizado de Estequiometria de Reações Químicas, assim 100% dos estudantes destacaram o seu interesse, bem como a importância destes modelos de aula, no qual relacionam um tema específico da Química com questões socioambientais e socioeconômicas, percebe-se a necessidade de que este estudo leve em consideração o uso de situações problematizadoras que venham a facilitar a compreensão de sua aplicação com questões socioeconômicas e socioambientais correlacionando o conteúdo com temáticas que tragam um problema inicial e assim, façam com que o estudante interaja com estas situações e consiga compreender qual a relação com o conteúdo em si.

Conforme os relatos, verificou-se que a contextualização tem sido um fator importante para a compreensão dos cálculos apresentados, no qual propiciou de alguma forma um melhor entendimento durante as aulas.

Considerando o resultado de 55,5% dos estudantes em temas sugeridos para serem abordados no ensino de estequiometria. Tais temas ficam como sugestões para futuros trabalhos em estequiometria, para serem realizados tanto na graduação como no ensino médio.

Nesse contexto, torna-se importante que os profissionais da área de química possam pensar e elaborar novas estratégias metodológicas que colaborem para a melhoria do ensino de Estequiometria de Reações Químicas (ERQ), oportunizando

uma abordagem de ensino contextualizada, que possa ser útil para a formação do aluno como cidadão.

Este processo foi de extrema importância, para trazer ao conhecimento destes estudantes uma reflexão sobre os conceitos pré-estabelecidos e correlacionar a teoria e a prática com questões ambientais.

Considero alguns pontos importantes para que um profissional da área da educação estabeleça uma interação dos estudantes dos 3 momentos pedagógicos com o conceito a ser abordado, se faz necessário proporcionar momentos de problematização inicial fazendo uso de metodologias diferenciadas ou até mesmo fazendo uma ligação com temas que façam parte do entendimento dos estudantes em questão, bem como que este profissional tenha como principal objetivo a interdisciplinaridade, para que se possa estabelecer um vínculo com outras áreas do conhecimento.

Deste o primeiro contato com as turmas, percebi a necessidade de questioná-los sobre os conceitos trazidos em pauta e exercícios de fixação, pois considerando que estes alunos recém haviam ingressado nos cursos de Licenciatura e Engenharia da Universidade Federal do Pampa, campus Bagé, possuíam somente os conhecimentos provenientes do Ensino Médio.

Com isso, busquei sempre destacar pontos importantes para o desenvolvimento do raciocínio e assim consolidar os conceitos apresentados, como por exemplo, a Lei das Proporções Constantes (Joseph Louis Proust), a Lei de Conservação de Massas (Antoine Laurent Lavoisier), Estequiometria de Reações Químicas relacionadas com questões ambientais.

Por fim, esta proposta de Unidade Didática conseguiu atingir os objetivos descritos e quanto aos estudantes se mostraram satisfeitos com a atual abordagem para o estudo de Estequiometria de Reações Químicas. Esta temática pode ser utilizada em outras áreas do conhecimento, principalmente para as Ciências da Natureza, considerando que o planejamento venha a ser um aliado aos professores para um melhor processo de ensino/aprendizagem.

7 REFERÊNCIAS

ALBINO, T. S. de L. A prática docente e o uso de metodologias alternativas no ensino de matemática: um olhar para as escolas que adotam propostas pedagógicas diferenciadas. *In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA*. 19., 2017, Juiz de Fora. **Anais [...]**. Minas Gerais: EBRAPEM, 2017.

ALEXANDRE, M. C. L.; ARRIGO, V. **O Ensino de Química e a Educação Ambiental: Uma Proposta para Trabalhar Conteúdos de Pilhas e Baterias**. v. 1, Paraná, 2016.

ANASTAS, P. T. KIRCHHOFF, M.M. Origins, current status, and future challenges of Green Chemistry. **Jornal Accounts on Chemical Research**, v. 35, n. 9, p. 686-694, 2002.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2000.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para Estudar Química. **Revista Química Nova**, 3. ed.; v. 23, p. 401-404, 2000.

CAZZARO, F. Um experimento envolvendo estequiometria. **Revista Química Nova na Escola**, n. 10, p. 53-54, 1999.

COSTA, E. T. H.; ZORZI, M. B. **Uma proposta diferenciada de ensino para o estudo da Estequiometria. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**. v. 1, 2008. ISBN 978-85-8015-039-1. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2281-8.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2020.

DRESSLER, A. C.; ROBAINA, J. V. L. Ensino de Estequiometria através de práticas pedagógicas. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA*, 3., 2012. Ponta Grossa. **Anais [...]**. Paraná: SINECT, 2012

DUPONT, J. Economia de Átomos, Engenharia Molecular e Catálise Organometálica Bifásica: Conceitos Moleculares para Tecnologias Limpas. **Revista Química Nova**, v. 23, n. 6, p. 825, 2000.

FARIAS, L.; FÁVARO, D. Vinte Anos de Química Verde: Conquistas e Desafios. **Revista Química Nova**, v. 34, n. 6, p. 1089-1093, 2011.

GOMES, R. S. MACEDO, S. da H. Cálculo estequiométrico: o terror nas aulas de Química. **Revista Vértices**, v. 9, n. 1, p. 149-160, 2007.

GRAEDEL, T.; Green Chemistry in an industrial ecology context. **Revista Green Chemistry**, 5. ed., v. 1, p. 126-128, 1999.

GRANDO, J.; MACEDO, M. **Adaptação: o contraste entre o ensino tradicional e a interferência da era digital no processo de ensino**. Departamento de História da Universidade Paranaense. Paraná: UNIEDU/FUMDES 2017. Disponível em: <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2017/02/Jaison-Grando.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2020.

JUNGSTEDT, L. O. C.; **Direito Ambiental**: Legislação, 2a ed., Thex Editora Ltda: Rio de Janeiro, 2002.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. **Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica**. Florianópolis: Katál, v. 10, p. 37- 45, 2007.

LIMA, S. L. C.; TAVARES, A. J.; OLIVEIRA, J. J. V.; COSTA, M. V. O.; LIMA, M. A. A. Reativos de Química: um método alternativo para ensinar. *In*: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas. **Anais [...]**. Tocantins: CONNEPI, 2012.

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

MALDANER, O. A. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: professor, pesquisador**. 2. ed. Ijuí: UNIJUÍ, p.120, 2003.

METCALF, R. L. **Century of DDT**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 21, p. 511, 1973.

OLIVEIRA, J.; **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988, Saraiva: São Paulo, 1988.

PAZ, G. L. Dificuldades no ensino-aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresina. *In*: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2010, Teresina. **Anais [...]**. Piauí: SPC, 2010.

POLIAKOFF, M.; FITZPATRICK, J. M.; FARREN, T. R.; ANASTAS, P. T. **Revista Science**, v. 297, p. 807, 2002.

RODRIGUES, L. P.; MOURA, L. S.; TESTA, E. Tradicional e o Moderno Quanto à Didática no Ensino Superior. **Revista Científica do ITPAC**, Araguaína, TO, 2015. Disponível em: <http://www.itpac.br/arquivos/Revista/43/5.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2020.

ROGADO, J. A grandeza quantidade de matéria e sua unidade, o mol: algumas considerações sobre dificuldades de ensino e aprendizagem. **Revista Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, 2004.

ROITMAN, I. **Educação Científica: Quanto mais cedo melhor**. Editora: RITLA, Rede de Informação Tecnológica Latino-Americana, 1 ed., 2007. Disponível em: <http://www.academiadeciencia.org.br/site/wp-content/uploads/2012/04/educacao-cientifica-quanto-mais-cedo-melhor.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

SANTOS, A.O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do Ensino Médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/QUÍMICA); **Revista Scientia Plena**, 2013.

SANTOS, L. C. **Dificuldades de Aprendizagem em Estequiometria: Uma proposta de ensino apoiada na modelagem.** Orientadora: Márcia Gorette Lima da Silva. 2013. 154 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Centro de Ciências Exatas e da Terra. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

SHELDON, R. A. Organic synthesis; past, presente and future. **Revista Chemistry and Industry** (London), v. 23, p. 903, 1992.

SILVA, T. P. **Construção e avaliação de uma unidade de ensino potencialmente significativa para o conteúdo de Termoquímica.** Orientador: Carlos Neco da Silva Júnior. 2015. 151 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Centro de Ciências Exatas e da Terra. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

SILVA, J. R. **O Ensino da Química Dialogando com a Matemática: uma abordagem interdisciplinar.** Orientador: Iram Alves de Moura. 2017. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Ipojuca, 2017.

TROST, B. M. The Atom Economy-A Search for Synthetic Efficiency. **Revista Science**, v. 254, n. 5037, p. 1471-1477, 1991.

VANIN, J. A. **Alquimistas e Químicos: o Passado, o Presente e o Futuro**, São Paulo, Ed. Moderna, 2 ed., p. 32-43, 2005.

VERONEZ, K. N. S.; PIAZZA, M. C. R. Estudo sobre dificuldades de alunos do Ensino Médio com Estequiometria. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2007, Florianópolis. **Anais** [...]. Santa Catarina: ENPEC, 2007.

APÊNDICES

Apêndice A

PLANO DE AULA

Instituição de Ensino: Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé

Acadêmica: Ana Luiza Lêdo Porto

Componentes Curriculares: Química Geral I e Química Geral II

Duração: 1 hora aula (aula de 50 minutos cada)

1. Conteúdo: Proporções Constantes (Joseph Louis Proust)

2. Objetivo(s)

Relacionar as proporções estequiométricas de reações químicas com a temática Meio Ambiente, a fim de correlacionar estes conceitos com a temática Economia Atômica, a ser abordada no Módulo III do presente trabalho.

3. Materiais e métodos

Aula expositiva e dialogada, com utilização de slides para expor o conteúdo, a plataforma Google Meet será utilizada para a transmissão da aula remota, como também para a resolução dos exercícios propostos em aula será utilizada a caneta disponível no Power Point online, em um momento seguinte, será utilizado o experimento remoto de comparação entre a reação entre o Magnésio (Mg) com o Ácido Clorídrico (HCl) e Alumínio (Al) com Ácido Clorídrico (HCl), para que os alunos possam perceber os pontos importantes destacados em aula quanto as proporções estequiométricas e questões ambientais.

4. Introdução

Neste módulo iremos relacionar as proporções estequiométricas de reações químicas com questões ambientais, a fim de correlacionar estes conceitos com a temática Economia Atômica, na qual será abordada no Módulo III do presente trabalho.

Considerando estes parâmetros, iremos discutir alguns pontos importantes a serem abordados ao longo dos módulos, que é a proporção que existe entre os reagentes, destacada na Lei formulada por Proust, em 1797, também chamada de “Lei das Proporções Constantes”. Ela baseia-se em “Uma determinada substância composta é formada por substâncias mais simples, unidas sempre na mesma proporção em massa”.

A reação só ocorre nas proporções definidas entre os reagentes, Proust concluiu que, quando várias substâncias se combinam para formar um composto, isso é sempre feito numa relação de massas definida.

Para o melhor entendimento por parte dos estudantes referente ao Conceito de Proporções Constante, irei correlacionar este conceito com questões ambientais, a fim de proporcionar a concepção da temática ambiental para os alunos envolvidos, com isto irei abordar por meio de exercícios, algumas reações que ocorrem na atmosfera, que visam a diminuição de gases prejudiciais aos seres vivos, como também questões envolvendo o compartimento água com algumas substâncias tóxicas ao ambiente aquático, irei abordar a questão da toxicidade do cobre, enxofre, mercúrio, entre outros no decorrer da aplicação.

A aula será conduzida por meio das lâminas PowerPoint referentes ao conteúdo em questão Proporções Constantes – Joseph Louis Proust, encontradas abaixo:



Aplicação Trabalho de Conclusão de Curso

Acadêmica: Ana Luiza Lêdo Porto
Orientador: Prof. Dr. Flávio André Pavan

Bagé, 22 de março de 2021.

Módulo I - Introdução ao Conceito de Proporções Constantes (Joseph Louis Proust)



2

Planejamento:

1. Módulo I - Introdução ao Conceito de Proporções Constantes (Joseph Louis Proust)

1.1 Resolução de Exercícios

1.2 Fechamento

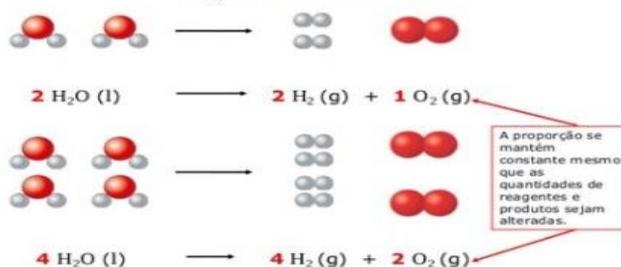
1.3 Explicitar as dúvidas

3

1. Módulo I - Introdução ao Conceito de Proporções Constantes (Joseph Louis Proust)

Lei de Proust: Também chamada de "Lei das Proporções Constantes". Ela baseia-se em "Uma determinada substância composta é formada por substâncias mais simples, unidas sempre na mesma proporção em massa".

Figura 1. Lei de Proust.

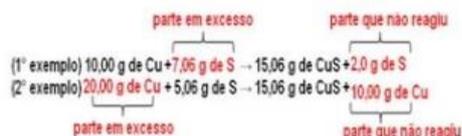


4

1. Módulo I - Introdução ao Conceito de Proporções Constantes (Joseph Louis Proust)

São formados 15,06 g de sulfeto cúprico (CuS), por exemplo, reagindo 10,00 g de cobre metálico (Cu) com 5,06 g de enxofre (S). Assim, se dobrarmos a quantidade de cobre (que irá para 20,0 g), e se quisermos que todo o cobre reaja, será necessário dobrar também a quantidade do enxofre, para 10,12 g, com a formação total de 30,12 g de sulfeto.

Figura 2. Exemplo Lei de Proust.



A reação só ocorre nas proporções definidas. Proust concluiu que, quando várias substâncias se combinam para formar um composto, isso é sempre feito numa relação de massas definida.

5

1. Módulo I - Introdução ao Conceito de Proporções Constantes (Joseph Louis Proust)

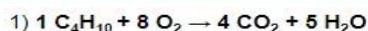
1) (Enem) No Japão, um movimento nacional para a promoção da luta contra o aquecimento global leva o slogan: 1 pessoa, 1 dia, 1 kg de CO₂ a menos! A ideia é cada pessoa reduzir em 1 kg a quantidade de CO₂ emitida todo dia, por meio de pequenos gestos ecológicos, como diminuir a queima de gás de cozinha. Um hambúrguer ecológico? Considerando um processo de combustão completa de um gás de cozinha composto exclusivamente por butano (C₄H₁₀), a mínima quantidade desse gás que um japonês deve deixar de queimar para atender à meta diária, apenas com esse gesto, é de?

Dados: CO₂ (44 g/mol); C₄H₁₀ (58 g/mol) .

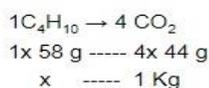
- a) 0,25 kg.
- b) 0,33 kg.
- c) 1,0 kg.
- d) 1,3 kg.
- e) 3,0 kg.

6

1. Módulo I - Introdução ao Conceito de Proporções Constantes (Joseph Louis Proust)



- a) 0,25 kg.
- b) 0,33 kg.
- c) 1,0 kg.
- d) 1,3 kg.
- e) 3,0 kg.



$$176x = 58$$

$$x = 58/176$$

x = 0,33 Kg de gás butano

7

1. Módulo I - Introdução ao Conceito de Proporções Constantes (Joseph Louis Proust)

2) Foram realizados três experimentos envolvendo a reação de síntese entre o nitrogênio e o hidrogênio para a obtenção da amônia. Os dados obtidos estão alistados na tabela a seguir. Demonstre a Lei de Proust baseando-se nesses resultados.

Nitrogênio + Hidrogênio → Amônia		
1,00 g	+ 4,66 g	→ 5,66 g
2,00 g	+ 9,33 g	→ 11,33 g
3,00 g	+ 14,00 g	→ 17,00 g

$$\begin{array}{l} \text{Massa de gás nitrogênio} = 1,00 = 2,00 = 3,00 = 0,214 \\ \text{Massa de gás hidrogênio} \quad 4,66 \text{ g} \quad 9,33 \text{ g} \quad 14,00 \text{ g} \end{array}$$

8

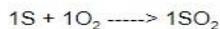
1. Módulo I - Introdução ao Conceito de Proporções Constantes (Joseph Louis Proust)

3) Uma indústria utilizou 5 toneladas de enxofre para produzir dióxido de enxofre segundo o processo:



Qual é a massa de SO_2 obtida?

Dados: S = 32g/mol; O = 16g/mol (Aplicando a Lei de Proust)



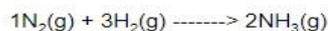
1mol 1 mol 1 mol

$$\begin{array}{l} 1,32 \text{ g} \text{ ----- } 1 \cdot 64\text{g} \\ 5 \text{ toneladas} \text{ ----- } x \end{array} \quad \begin{array}{l} x \cdot 32\text{g} = 5 \text{ tons} \cdot 64\text{g} \\ x = (5 \text{ tons} \cdot 64\text{g}) / 32\text{g} \end{array} \quad \mathbf{x = 10 \text{ toneladas de SO}_2}$$

9

1. Módulo I - Introdução ao Conceito de Proporções Constantes (Joseph Louis Proust)

4) Calcule os volumes de $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{N}_2(\text{g})$ necessários à obtenção de 200L de $\text{NH}_3(\text{g})$, estando todos os gases à mesma temperatura e pressão.



$$\begin{array}{l} 1 \times 22,4 \text{ L de N}_2 \text{ ----- } 2 \times 22,4 \text{ L de NH}_3 \\ x \text{ ----- } 200\text{L} \\ \\ x \cdot 44,8 = 4480 \\ x = 4480 / 44,8 \\ \\ \mathbf{x = 100 \text{ L de N}_2} \end{array} \quad \begin{array}{l} 3 \times 22,4 \text{ L de H}_2 \text{ ----- } 2 \times 22,4 \text{ L de NH}_3 \\ x \text{ ----- } 200\text{L} \\ \\ x \cdot 44,8 = 13440 \\ x = 13440 / 44,8 \\ \\ \mathbf{x = 300 \text{ L de H}_2} \end{array}$$

10

Referências Bibliográficas:

1. FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de Química**: vol. único. 4ª ed. São Paulo: Moderna, p. 700, 2005.
2. JUNIOR, Paul M. **Química Geral e Reações Químicas**. vol. 1 e 2, São Paulo: Pioneira Thomson, 2005.
3. PERUZZO. F.M.; CANTO. E.L., **Química na abordagem do cotidiano**, vol. 1, 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2006.

5. Desenvolvimento

Por fim, trago um vídeo de um experimento que traz uma comparação entre a reação do Ácido Clorídrico com o Magnésio e Ácido Clorídrico com o Alumínio, onde é possível perceber o conflito entre teoria e prática, onde nas duas reações destes metais com o Ácido Clorídrico, há liberação de gás, o que ocasiona perda de massa, bem como diminuição de eficiência atômica, que é o ponto principal a ser abordado no presente trabalho, bem como traz a importância do cuidado com as proporções, cálculos incorretos que podem ocasionar em perda de reagente, o experimento a ser apresentado utiliza o método qualitativo, não observa as quantidades ou proporções definidas, porém utiliza pequenas quantidades de reagentes, a fim de somente exemplificar os fenômenos que ocorrem nas reações apresentadas. Abaixo segue anexado o vídeo apresentado para ambas as turmas:

1. Módulo I - Introdução ao Conceito de
Proporções Constantes (Joseph Louis Proust)



Experimento Disponibilizado Através da Plataforma YouTube Comparação entre a Reação do Magnésio (Mg) com Ácido Clorídrico (HCl) com a Reação do Alumínio (Al) com Ácido Clorídrico (HCl)

Materiais Utilizados:

- 1 pipeta graduada
- 1 bécker
- 1 estante para tubos de ensaio
- 2 tubos de ensaio
- Magnésio em aparras
- Alumínio em aparras
- Ácido clorídrico concentrado

Procedimento Experimental:

- 1- Primeiramente, com o auxílio de uma pipeta graduada, medir uma quantidade de aproximadamente 8 mL de ácido clorídrico concentrado e adicionar em um bécker.
- 2- Após, com o auxílio do bécker contendo 8 mL de ácido clorídrico concentrado, acrescentar uma parcela igual em cada tubo de ensaio.
- 3- Posteriormente acrescentar o alumínio dentro de um tubo de ensaio e em seguida após a reação do alumínio com ácido clorídrico se estabilizar, acrescentar o

magnésio no tubo de ensaio seguinte e observar a reação ocorrida em cada um dos tubos de ensaio.

Questionamentos para discussão:

1. As reações em cada *Erlenmeyer* ocorreram do mesmo modo?
R.: Não, o que difere é a velocidade com que as reações ocorrem, a reação entre o alumínio e o ácido clorídrico é muito lenta, conforme o tempo vai passando ela tende a se tornar mais vigorosa. Já a reação entre o magnésio e o ácido clorídrico é um processo mais vigoroso com velocidade de reação maior comparada a anterior, ambas reações liberam gás hidrogênio, bem como são reações de simples troca entre metal e ácido clorídrico.
2. Em qual *Erlenmeyer* a reação ocorreu mais rápido? Por que?
R.: No segundo *Erlenmeyer*, no qual situa-se a reação do magnésio com o ácido clorídrico, devido a reatividade deste metal ser elevada.
3. Você acredita ser importante cronometrar o tempo em que cada reação ocorreu para assim responder à questão 1?
R.: Sim, seria interessante para se ter um comparativo exato do tempo que estes metais levaram para se oxidar.
4. Quais fatores você acredita terem influenciado na reação? A concentração do ácido clorídrico? O tamanho de cada fita de magnésio? O tamanho do recipiente?
R.: A reatividade dos metais interfere no resultado, bem como a concentração elevada de ácido clorídrico irá acelerar as reações em questão.
5. A proporção entre os reagentes é importante?
R.: Sim, fator extremamente importante, pois com as proporções exatas, utilizando-se as mínimas quantidades possíveis, minimiza-se os desperdícios em procedimento químicos.
6. Faça o balanceamento da reação entre o magnésio e o ácido clorídrico e responda qual a proporção ideal para esta reação.
R.: A proporção ideal é de 1 mol de Magnésio para 2 mols de Ácido Clorídrico, como pode-se observar na equação química representada abaixo:
$$\text{Mg}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$$
7. Quantos gramas de magnésio reagem com o ácido clorídrico de acordo com a

proporção da reação?

R.: 24,3 gramas de Magnésio reagem com 73 gramas de Ácido Clorídrico, de acordo com a proporção da equação química representada acima.

6. Fechamento

O fechamento desta aula será o momento para explicitar as dúvidas dos alunos em relação ao conteúdo abordado, exercícios resolvidos em aula, como também a explicitação dos resultados obtidos no vídeo do experimento referente a reação do Magnésio (Mg) com o Ácido Clorídrico (HCl), bem como a reação entre Alumínio (Al) com o Ácido Clorídrico (HCl).

7. Avaliação

A forma de avaliação será por meio do envolvimento dos alunos no decorrer da aula nos momentos de resolução de exercícios, utilização da plataforma, com devida identificação do entendimento dos alunos pela interação dos mesmos nos momentos de questionamentos da aula.

8. Referências Bibliográficas

1. FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de Química**: v. único. 4ªed. São Paulo: Moderna, p. 700, 2005.
2. JUNIOR, Paul M. **Química Geral e Reações Químicas**. v. 1 e 2, São Paulo: Pioneira Thomson, 2005.
3. PERUZZO. F.M.; CANTO. E.L., **Química na abordagem do cotidiano**, v. 1, 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2006.

Apêndice B

PLANO DE AULA

Instituição de Ensino: Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé

Acadêmica: Ana Luiza Lêdo Porto

Componentes Curriculares: Química Geral I e Química Geral II

Duração: 1 hora aula (aula de 50 minutos cada)

1. Conteúdo: Princípio da Conservação de Massa (Antoine Laurent Lavoisier)

2. Objetivo(s)

Introduzir o Princípio de Conservação de Massa para uma melhor abordagem e entendimento por parte dos alunos quanto ao conceito a ser estudado.

3. Materiais e métodos

Aula expositiva e dialogada, com utilização de slides para expor o conteúdo, a plataforma Google Meet será utilizada para a transmissão da aula remota, como também para a resolução dos exercícios propostos em aula será utilizada a caneta disponível no Power Point online.

4. Introdução

Neste módulo iremos tratar da importância da lei da conservação das massas, que segundo o Tratado elementar de química, escrito por Lavoisier e publicado 1789, pode ser enunciada de seguinte modo:” existe uma quantidade igual de matéria antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos elementos permanece precisamente a mesma e nada acontece além de mudanças e modificações nas combinações desses elementos”. Já a lei das proporções fixas (Proust, 1799), abordada no Módulo I do presente trabalho, que vem a complementar o entendimento de estequiometria a ser apresentada no Módulo seguinte, Proust menciona que “uma substância, qualquer que seja sua origem, apresenta sempre a mesma composição em massa”. As leis ponderais, importantes para o estabelecimento da química como ciência, estão subjacentes à teoria atômica

de Dalton, que é à base da explicação das relações ponderais nas reações químicas (VANIN,2005). Por meio de cálculos estequiométricos, pode-se calcular as quantidades de substâncias que participam de uma reação química a partir das quantidades de outras substâncias. A estequiometria abrange todo ensino das reações químicas.

Ao final deste Módulo, podemos responder as questões iniciais propostas ao início do mesmo: “Na natureza nada se perde nada se cria, tudo se transforma”. Qual cientista famoso mencionou esta frase? O que esta frase quer nos dizer realmente? Qual a diferença entre a teoria e a prática, no caso em questão? Estas questões são de grande importância para vocês começarem a formar o conceito de estequiometria.

A aula será conduzida por meio das lâminas PowerPoint referentes ao conteúdo em questão Princípio da Conservação de Massa – Antoine Laurent Lavoisier, encontradas abaixo:



Aplicação Trabalho de Conclusão de Curso

Acadêmica: Ana Luiza Lêdo Porto
Orientador: Prof. Dr. Flávio André Pavan

Bagé, 22 de março de 2021.

Módulo II - Princípio da Conservação de Massa (Antoine Laurent Lavoisier)



13

unipampa Universidade Federal do Pampa

Planejamento:

2 Módulo II - Princípio da Conservação de Massa (Antoine Laurent Lavoisier)

2.1 Resolução de Exercícios

2.2 Fechamento

2.3 Explicitar as dúvidas

14

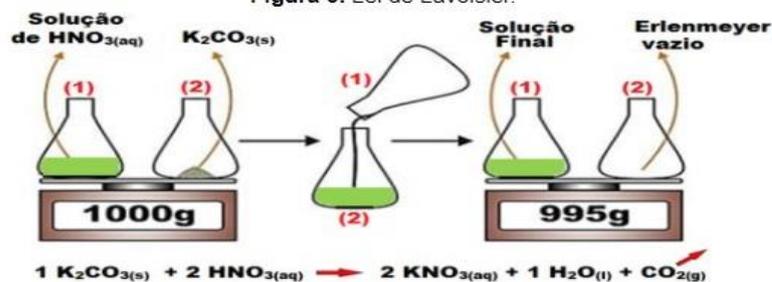
unipampa Universidade Federal do Pampa

2. Módulo II - Princípio da Conservação de Massa (Antoine Laurent Lavoisier)

Lei de Lavoisier: Também chamada de “Lei de Conservação das Massas”. Baseia-se no seguinte princípio: “A soma das massas das substâncias reagentes em um recipiente fechado é igual à soma das massas dos produtos da reação”.

“Na natureza nada se perde nada se cria, tudo se transforma”

Figura 3. Lei de Lavoisier.



15

unipampa Universidade Federal do Pampa

2. Módulo II - Princípio da Conservação de Massa (Antoine Laurent Lavoisier)

1) Sabe-se que 28 g de nitrogênio reagem completamente com 6 g de hidrogênio, formando amônia. Qual será a massa, em gramas de amônia formada, quando 140 g de nitrogênio reagir com hidrogênio suficiente para completar a reação?



$$x = 28 \text{ g} + 6 \text{ g} = 34 \text{ g}$$



ou



$$x = 170 \text{ g de Amônia}$$

16

2. Módulo II - Princípio da Conservação de Massa (Antoine Laurent Lavoisier)

2) (FUVEST/SP) O conjunto esquematizado contém inicialmente os reagentes A e B separados. Utilizando dois conjuntos desse tipo, são realizados os experimentos 1 e 2, misturando-se A e B, conforme descrito a seguir:



Experimento 1:

Reagente A: solução aquosa de nitrato de prata.
 Reagente B: pó de cloreto de sódio.
 Produtos: cloreto de prata sólido e solução aquosa de nitrato de sódio.

Experimento 2:

Reagente A: solução aquosa de cloreto de hidrogênio.
 Reagente B: pó de carbonato de sódio.
 Produtos: água líquida, gás carbônico e solução aquosa de cloreto de sódio.

17

2. Módulo II - Princípio da Conservação de Massa (Antoine Laurent Lavoisier)

2) Designando por I a massa inicial de cada conjunto (antes da mistura) e por F1 e F2 suas massas finais (após misturar) tem-se:

- a) Experimento 1: $F1 = I$; experimento 2: $F2 = I$
- b) Experimento 1: $F1 = I$; experimento 2: $F2 > I$
- c) Experimento 1: $F1 = I$; experimento 2: $F2 < I$
- d) Experimento 1: $F1 > I$; experimento 2: $F2 > I$
- e) Experimento 1: $F1 < I$; experimento 2: $F2 < I$



Experimento 1:

A: AgNO_3
 B: NaCl
 Produtos: AgCl (s) NaNO_3 (aq)

Experimento 2:

A: HCl
 B: Na_2CO_3
 Produtos: H_2O (l), CO_2 (g) e NaCl (aq)

18

2. Módulo II - Princípio da Conservação de Massa (Antoine Laurent Lavoisier)

3) (Fuvest 2008) Devido à toxicidade do mercúrio, em caso de derramamento desse metal, costuma-se espalhar enxofre no local, para removê-lo. Mercúrio e enxofre reagem, gradativamente, formando sulfeto de mercúrio. Para fins de estudo, a reação pode ocorrer mais rapidamente se as duas substâncias forem misturadas num almofariz. Usando esse procedimento, foram feitos dois experimentos. No primeiro, 5,0 g de mercúrio e 1,0 g de enxofre reagiram, formando 5,8 g do produto, sobrando 0,2 g de enxofre. No segundo experimento, 12,0 g de mercúrio e 1,6 g de enxofre forneceram 11,6 g do produto, restando 2,0 g de mercúrio.

Mostre que os dois experimentos estão de acordo com a lei da conservação da massa (Lavoisier) e a lei das proporções definidas (Proust).

Continua

19

2. Módulo II - Princípio da Conservação de Massa (Antoine Laurent Lavoisier)

	Mercúrio + Enxofre		→	Sulfeto de mercúrio	Excesso	
I.	5,0 g	1,0 g		5,8 g		0,2 g de enxofre
II.	12,0 g	1,6 g		11,6 g		2,0 g de mercúrio

Massas que reagiram efetivamente:

	Mercúrio + Enxofre		→	Sulfeto de mercúrio	Excesso	
I.	5,0 g	0,8 g		5,8 g		0,2 g de enxofre
II.	10,0 g	1,6 g		11,6 g		2,0 g de mercúrio

Massa de mercúrio = 5,00 = 10,0

Massa de enxofre = 0,8 = 1,6

20

Referências Bibliográficas:

1. FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de Química**: vol. único. 4ª.ed. São Paulo: Moderna, p. 700, 2005.
2. JUNIOR, Paul M. **Química Geral e Reações Químicas**. vol. 1 e 2, São Paulo: Pioneira Thomson, 2005.
3. PERUZZO. F.M.; CANTO. E.L., **Química na abordagem do cotidiano**, vol. 1, 4ª ed., São Paulo: Moderna, 2006.

21

5. Desenvolvimento

A aula será conduzida por meio de exercícios referentes ao Princípio da Conservação de Massa (Lavoisier), onde será possível a explicitação acerca do conteúdo abordado em sala de aula remota por meio da utilização da caneta interativa do Power Point Online.

6. Fechamento

O fechamento desta aula será o momento para explicitar as dúvidas dos alunos em relação ao conteúdo abordado, exercícios resolvidos em aula.

7. Avaliação

A forma de avaliação será por meio do envolvimento dos alunos no decorrer da aula nos momentos de resolução de exercícios, utilização da plataforma, com devida identificação do entendimento dos alunos pela interação dos mesmos nos momentos de questionamentos da aula.

8. Referências Bibliográficas

1. FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de Química**: v. único. 4ªed. São Paulo: Moderna, p. 700, 2005.
2. JUNIOR, Paul M. **Química Geral e Reações Químicas**. v. 1 e 2, São Paulo: Pioneira Thomson, 2005.
3. PERUZZO. F.M.; CANTO. E.L., **Química na abordagem do cotidiano**, v. 1, 4ª ed: São Paulo: Moderna, 2006.

Apêndice C

PLANO DE AULA

Instituição de Ensino: Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé

Acadêmica: Ana Luiza Lêdo Porto

Componentes Curriculares: Química Geral I e Química Geral II

Duração: 1 hora aula (aula de 50 minutos cada)

1. Conteúdo: Estequiometria de Reações Químicas

2. Objetivo(s)

Abordar o conteúdo de Estequiometria de Reações Químicas, a partir da aplicação do conceito Economia Atômica com vistas à compreensão e concepção de Meio Ambiente no ensino de Química.

3. Materiais e métodos

Aula expositiva e dialogada, com utilização de slides para expor o conteúdo, a plataforma Google Meet será utilizada para a transmissão da aula remota, como também para a resolução dos exercícios propostos em aula será utilizada a caneta disponível no Power Point online.

4. Introdução

Neste módulo serão abordados os fenômenos pelos quais uma ou mais substâncias são transformadas em outras, denominado de reação química. Quanto a equação química pode-se dizer que é uma representação de transformações ocorridas em processos químicos. Em certas condições, uma reação química irá obedecer às mesmas relações ponderais, ou seja, obedece a uma determinada estequiometria (proporção). Caso um dos reagentes esteja em excesso, este excesso não terá como reagir, pois o outro reagente denominado limitante, como o próprio nome já nos informa, estabelecerá um limite para a continuidade da reação química, portanto aquele excesso não terá com quem interagir.

Iremos ver detalhadamente os aspectos relevantes quando abordamos reagentes limitantes, levando em conta a importância de utilizar medidas corretas referentes a estequiometria da reação química em questão, o que confere um maior rendimento ao processo, evitando desta maneira desperdícios, que vai ao encontro da temática deste trabalho Economia de Átomos.

Primeiramente irei ressaltar pontos importantes a serem considerados, como por exemplo:

O reagente limitante irá limitar a quantidade de produto que pode ser produzido na reação;

Quando o reagente limitante é totalmente consumido, a reação para, mesmo tendo outros reagentes presentes;

Todos os outros reagentes que sobraem são reagentes em excesso.

A aula será conduzida por meio das lâminas PowerPoint referentes ao conteúdo em questão Economia Atômica e Estequiometria de Reações Químicas, encontradas abaixo:



Aplicação Trabalho de Conclusão de Curso

Acadêmica: Ana Luiza Lêdo Porto
Orientador: Prof. Dr. Flávio André Pavan

Bagé, 29 de março de 2021.

Módulo III - Estequiometria de Reações Químicas



23

Planejamento:

3. Módulo III - Estequiometria de Reações Químicas

3.1 Resolução de Exercícios

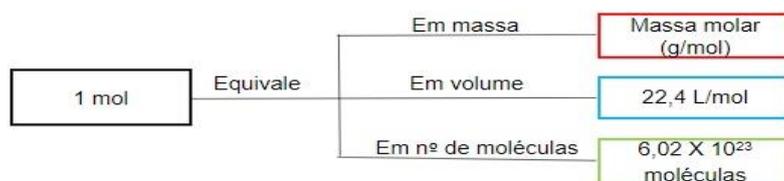
3.2 Fechamento

3.3 Explicitar as dúvidas

24

3. Módulo III – Estequiometria de Reações Químicas

Cálculo da quantidade das substâncias envolvidas em uma reação química



Esquema 1. Parâmetros Estequiométricos

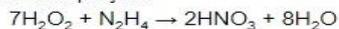
25

3. Módulo III – Estequiometria de Reações Químicas

Relação mol com massa: 1 mol de X molécula/átomo corresponde a Massa Molar do mesmo

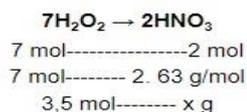
Exercício 1 (Mol com Massa)

(PUC-RJ) A hidrazina, N_2H_4 , e o peróxido de hidrogênio, H_2O_2 , são utilizados como propelentes de foguetes. Eles reagem de acordo com a equação:



Quando forem consumidos 3,5 moles de peróxido de hidrogênio, a massa, em gramas, de HNO_3 formada será de:

- a) 3,5
- b) 6,3
- c) 35,0
- d) 63,0
- e) 126,0



$$\begin{array}{l} 7 \cdot x = 3,5 \cdot 126 \\ 7x = 441 \\ x = 441/7 \end{array}$$

$$x = 63 \text{ g de } HNO_3$$

26

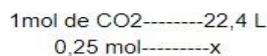
3. Módulo III – Estequiometria de Reações Químicas

Relação mol com volume: 1 mol de X molécula/átomo corresponde a 22,4L do mesmo.

Exercício 2 (Mol com Volume)

(UFF) Assinale a alternativa correspondente ao volume ocupado por 0,25 mol de gás carbônico (CO_2) nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP):

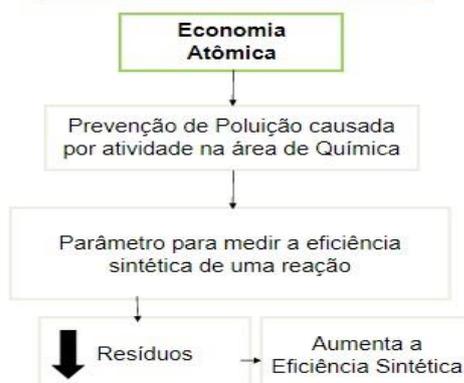
- a) 0,25 L
- b) 0,50 L
- c) 5,60 L
- d) 11,2 L
- e) 22,4 L



$$x = 5,6 \text{ L de gás carbônico}$$

27

3. Módulo III – Economia Atômica



Esquema 2. Principais conceitos de Economia Atômica

28

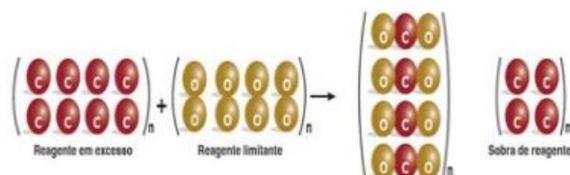
3. Módulo III – Reagente Limitante

Limita a quantidade de produto que pode ser produzido na reação

Quando o reagente limitante é totalmente consumido, a reação para, mesmo tendo outros reagentes

Todos os outros reagentes que sobram são reagentes em **excesso**

Figura 4. Exemplo Reagente Limitante/ Reagente em Excesso

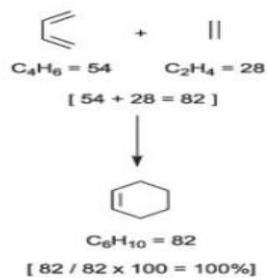


29

3. Módulo III – Exemplos Economia Atômica

Figura 5. Reação de Diels-Alder, Eficiência Atômica

Reação de Diels-Alder



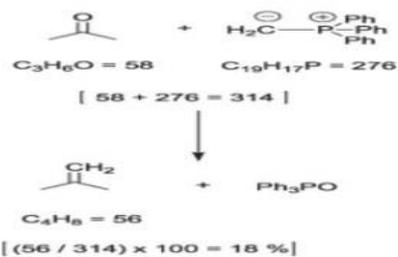
100% de economia atômica
(toda a massa dos reagentes está incorporada no produto)

30

3. Módulo III – Exemplos Economia Atômica

Figura 6. Reação de Wittig, Eficiência Atômica

Reação de Wittig



18% de economia atômica
(82% da massa dos reagentes foi perdida como sub-produto)

31

3. Módulo III – Resolução de Exercícios

Exercício 1:

Considere a seguinte reação corretamente balanceada:



Determine o reagente limitante e o reagente em excesso dessa reação quando 5,52g de sódio reage com 5,10 g de Al_2O_3 .

32

3. Módulo III – Resolução de Exercícios

Exercício 1:

1º Passo:



5,52g de sódio reage com 5,10 g de Al_2O_3 . (dados fornecidos pelo exercício)

MM(Na) = 23 g/mol ; MM(Al_2O_3) = 102 g/mol

Determinando a quantidade em mols (n) de cada reagente:

$$n = m/\text{MM}$$

$$n_{\text{Na}} = 5,52\text{g} / 23 \text{ g/mol} \rightarrow n_{\text{Na}} = 0,24 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 5,10\text{g} / 102 \text{ g/mol} \rightarrow n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,05 \text{ mol}$$

33

3. Módulo III – Resolução de Exercícios

Exercício 1:

2º Passo:

Relação estequiométrica para descobrir a quantidade necessária de cada reagente:



6 mol de Na ----- 1mol de Al_2O_3

0,24 mol de Na ----- x

6 mol de Na ----- 1mol de Al_2O_3

x ----- 0,05 mol de Al_2O_3

$$x = 0,04 \text{ mol Al}_2\text{O}_3$$

$$x = 0,3 \text{ mol Na}$$

34

3. Módulo III – Resolução de Exercícios

Exercício 1:

	Na	Al ₂ O ₃
Tenho:	0,24 mol	0,05 mol
Preciso:	0,3 mol	0,04 mol

Na é o Reagente Limitante

Al₂O₃ é o Reagente em Excesso

35

3. Módulo III – Resolução de Exercícios

Exercício 2:

Economia Atômica Percentual

$$EA(\%) = \frac{\text{massa molar do produto desejado}}{\text{Massa molar total dos reagentes}} \times 100$$



$$EA(\%) = \frac{MM(\text{Ti})}{MM(\text{TiO}_2) + 2x MM(\text{Mg})} \times 100$$

$$EA(\%) = \frac{47,9 \text{ g/mol}}{79,9 \text{ g/mol} + (2x 24,3 \text{ g/mol})} \times 100$$

Molaridades:

$$\begin{aligned} MM(\text{Ti}) &= 47,9 \text{ g/mol} \\ MM(\text{TiO}_2) &= 79,9 \text{ g/mol} \\ MM(\text{Mg}) &= 24,3 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

Resposta:

$$EA(\%) = 37,3\%$$

36

Referências Bibliográficas

1. FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de Química**: vol. único. 4ª.ed. São Paulo: Moderna, p. 700, 2005.
2. JUNIOR, Paul M. **Química Geral e Reações Químicas**. vol. 1 e 2, São Paulo: Pioneira Thomson, 2005.
3. PERUZZO. F.M.; CANTO. E.L., **Química na abordagem do cotidiano**, vol. 1, 4ª ed, São Paulo: Moderna, 2006.

37

Meio Ambiente – Economia Atômica

Acadêmica: Ana Luiza Lêdo Porto
 Licenciatura em Química
 e-mail: anaporto.aluno@unipampa.edu.br



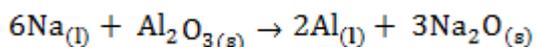
38


 Universidade Federal do Pampa

5. Desenvolvimento

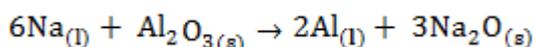
A aula será conduzida por meio de exercícios referentes ao conteúdo abordado em sala de aula remota por meio da utilização da caneta interativa do Power Point Online. Os exercícios encontram-se abaixo com suas respectivas respostas:

1) Considere a seguinte reação corretamente balanceada:



Determine o reagente limitante e o reagente em excesso desta reação quando 5,52g de sódio reagem com 5,10g de Al_2O_3

1º passo:



5,52g de sódio reage com 5,10 g de Al_2O_3 . (dados fornecidos pelo exercício)

Massa Molar Sódio (Na) = 23 g/mol

Massa Molar Dióxido de Alumínio (Al_2O_3) = 102 g/mol

Determinando a quantidade em mols (n) de cada reagente:

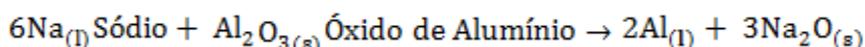
$$n = \frac{m}{MM}$$

$$n(\text{Na}) = \frac{5,52\text{g}}{23\text{g/mol}} \rightarrow \text{número de mols de sódio} = 0,24 \text{ mols}$$

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{5,10\text{g}}{102\text{g/mol}} \rightarrow \text{número de mols de óxido de alumínio} = 0,05 \text{ mols}$$

2º passo:

Relação estequiométrica para descobrir a quantidade necessária de cada reagente:



6 mols de Sódio (Na) _____ 1 mol de Óxido de Alumínio (Al_2O_3)

0,24 mols de Sódio (Na) _____ x

x = 0,04 mols de Óxido de Alumínio (Al_2O_3)

6 mols de Sódio (Na) _____ 1 mol de Óxido de Alumínio (Al_2O_3)

x _____ 0,05 mols de Óxido de Alumínio (Al_2O_3)

x = 0,3 mols de Sódio (Na)

3º passo:

	Na	Al_2O_3
Tenho:	0,24 mol	0,05 mol
Preciso:	0,3 mol	0,04 mol

Fonte: Autora (2021).

Na (sódio) é o Reagente Limitante

Al_2O_3 (Óxido de Alumínio) é o Reagente em Excesso

Para contextualizar com a temática Economia Atômica, apresento um exercício que envolve vários conceitos aprendidos durante os três módulos.

2) Na reação química abaixo, podemos ver a interação entre o óxido de titânio e o magnésio sólido, onde um certo analista estava precisando de uma grande quantidade de titânio sólido para o seu projeto. Para isto, calcule a Economia

Atômica Percentual para saber se este método de síntese é válido para este analista, considerando que o mesmo precisa de uma precisão nos dados, como também na técnica utilizada.

1º passo:

Para este exercício de fixação de conceitos irei fornecer a fórmula utilizada para o cálculo da Economia Atômica Percentual, descrita abaixo:

Economia Atômica Percentual:

$$EA (\%) = \frac{\text{Massa Molar do produto desejado}}{\text{Massa Molar total dos reagentes}} \times 100$$

2º passo:

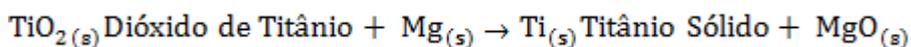
Identificar quais substâncias estão presentes pelo enunciado do exercício:

Óxido de Titânio: TiO_2

Magnésio Sólido: Mg

3º passo:

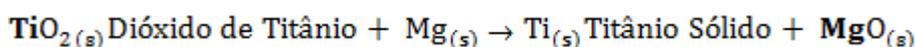
Montar a reação química entre os dois reagentes anteriormente explicitados:



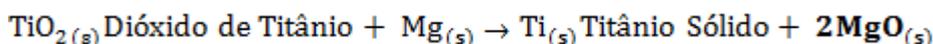
4º passo:

Percebam que a reação acima não está com suas devidas proporções, então temos que fazer o balanceamento de maneira correta, segue abaixo:

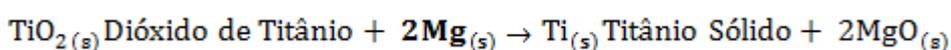
É possível perceber que o titânio e o magnésio estão com seus coeficientes corretos "1" até o momento, vejamos abaixo:



Porém o único elemento que necessita de ajuste nesta reação química é o Oxigênio, como podemos perceber abaixo temos dois oxigênios no lado dos reagentes e apenas um oxigênio no lado dos produtos, portanto iremos acrescentar o coeficiente 2 na frente do MgO (Óxido de Magnésio):



Veremos que quando acrescentamos o coeficiente 2 para o produto MgO (óxido de magnésio), o magnésio sólido nos reagentes Mg(s) não ficará balanceado, ou seja, as proporções não conferem com esperado. Portanto teremos que acrescentar também um coeficiente 2 para o Mg(s);



Como podemos perceber, a reação acima está balanceada após seguirmos os passos, portanto podemos prosseguir para a fórmula de Economia Atômica Percentual, onde nos diz que dividindo a massa do produto desejado pela massa total dos reagentes, após multiplicando este resultado por cem, encontramos o valor em percentagem da Economia Atômica da reação química em questão:

$$\text{EA (\%)} = \frac{\text{Massa Molar do produto desejado}}{\text{Massa Molar total dos reagentes}} \times 100$$

5º passo:

Identificar o produto desejado, como pode-se perceber no enunciado do exercício, é mencionado que o analista precisa sintetizar uma grande quantidade de titânio sólido para o seu projeto, portanto o Titânio Sólido é o produto desejado para este caso, com isto colocaremos os dados na fórmula fornecida:

$$\text{EA (\%)} = \frac{\text{Massa Molar do (Ti)}}{\text{Massa Molar (TiO}_2) + 2 \times \text{Massa Molar (Mg)}} \times 100$$

6º passo:

Com este passo vencido podemos prosseguir para o cálculo das concentrações molares de cada substância necessária para os devidos cálculos, abaixo encontram-se as Molaridades calculadas:

Massa Molar:

Massa Molar (Ti) = 47,9 g/mol

Massa Molar (TiO₂) = 79,9 g/mol

MM(Mg) = 24,3 g/mol

7º passo:

Substituir as concentrações molares calculadas no 6º passo e observar os coeficientes estequiométricos para a posterior multiplicação, como podemos perceber apenas o reagente Magnésio apresenta coeficiente diferente de 1, então somente precisamos multiplicar a massa molar do magnésio pelo seu respectivo coeficiente 2, como mostra abaixo:

$$EA (\%) = \frac{47,9 \text{ g/mol}}{79,9 \text{ g/mol} + (2 \times 24,3 \text{ g/mol})} \times 100$$

8º passo:

Com os cálculos feitos chegamos ao seguinte resultado, que confere uma baixa Economia de Átomos em sua técnica utilizada, diversos fatores que iremos discutir posteriormente que levaram a este resultado, considerando que esta reação apresenta baixa eficiência atômica, o que não é muito adequado, porém esta reação é muito utilizada para a obtenção de Titânio sólido:

Resposta:

EA (%) = 37,3%

6. Fechamento

O fechamento desta aula será o momento para explicitar as dúvidas dos alunos em relação ao conteúdo abordado, exercícios resolvidos em aula.

7. Avaliação

A forma de avaliação será por meio do envolvimento dos alunos no decorrer da aula nos momentos de resolução de exercícios, utilização da plataforma, com devida identificação do entendimento dos alunos pela interação dos mesmos nos momentos de questionamentos da aula.

8. Referências Bibliográficas

1. FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de Química**: v. único. 4ª ed. São Paulo: Moderna, p. 700, 2005.
2. JUNIOR, Paul M. **Química Geral e Reações Químicas**. v. 1 e 2, São Paulo: Pioneira Thomson, 2005.
3. PERUZZO. F.M.; CANTO. E.L., **Química na abordagem do cotidiano**, v. 1, 4ª ed: São Paulo: Moderna, 2006.