

CAPÍTULO 7

O CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS AUTOMOTIVOS E A ESTEQUIOMETRIA DAS REAÇÕES DE COMBUSTÃO DO ETANOL E DA GASOLINA

Daniela de Paulo Lêdo Porto

RESUMO

Este artigo científico trata-se de um recorte do Trabalho de Conclusão de Curso, que me conferiu o título de Licenciada em Química, pela Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, no Estado do Rio Grande do Sul, no semestre 2020/2, realizado em 2021, de fevereiro a maio, devido à pandemia da COVID 19. O gosto pelo conhecimento, que relaciona a produção industrial e seus impactos ao meio ambiente, de modo que seja possível desfrutar dos produtos finais, e ao mesmo tempo, ter-se a possibilidade de cuidar-se dos ecossistemas, frutificou e, tornou-se um estudo sobre as reações químicas de combustão do etanol e da gasolina, através das suas estequiometrias, aflorando a importância do processo de produção dos combustíveis, diferenciando a produção do etanol e da gasolina, visto que, após serem consumidos, nos motores de veículos automotivos, para produzir um mesmo nível energético, emitem a mesma quantidade de gás carbônico na atmosfera terrestre, tendo-se em suas origens e processos industriais de produção, um diferencial que surge como uma possibilidade de reduzir-se impactos ambientais. O objetivo do projeto, foi apresentar aos estudantes, por meio das equações químicas de combustão do etanol e da gasolina, o conteúdo de estequiometria, utilizando-se a contextualização como metodologia de ensino, promovendo uma aproximação destes, com o tema Efeito Estufa. Na atualidade, existe uma necessidade de conservar-se o meio ambiente, principalmente das consequências do agravamento do Efeito Estufa, por meio da combustão de combustíveis, pelos motores dos veículos automotivos, justificando-se, desta forma, a importância do estudo realizado em 2021. Devido ao ensino remoto, a aplicação das práticas investigativas, deu-se em uma turma da própria universidade, por meio de aulas e aplicação de questionários digitais. Considerou-se que os estudantes possuíam dificuldades no conteúdo de Estequiometria, na interpretação dos questionamentos em torno do conteúdo, bem como, em relação a montagem das regras de três e proporções entre os coeficientes estequiométricos.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de química. Estequiometria. Processos industriais. Meio ambiente.

1. INTRODUÇÃO

A partir da Revolução Industrial, houveram mudanças significativas no modo de vida social. Houve um grande acesso aos produtos, que foram surgindo, para atender, desde as necessidades básicas das populações até os desejos mais supérfluos. Toda essa gama de variedade de produtos vem da vontade de viver de maneira mais facilitada, com o maior conforto, tanto dentro de residências quanto nos lugares frequentados pelo coletivo.

Desde o funcionamento do maquinário das fábricas, até a obtenção do produto final, são necessárias quantidades enormes de energia para que este ciclo se complete. Neste sentido, o World Energy Council (2010), conforme Sola e Mota, 2015, traz que a melhoria da eficiência energética pode ser conseguida tanto por meio de mudança tecnológica quanto por meio de gestão organizacional ou mudança comportamental.

A energia é um bem que necessita ser produzido. Até mesmo os seres humanos necessitam produzir energia para que seu organismo funcione perfeitamente. Para os ciclos industriais a energia vem dos recursos naturais, chamados combustíveis fósseis, onde o petróleo é o alvo dos setores de produção.

Houve um aumento acentuado no consumo de energia, em níveis globais, principalmente a partir do século XX, com a segunda etapa da Revolução Industrial e o aumento do padrão de vida dos países desenvolvidos. A taxa de aumento global de consumo energético se mantém em um patamar de 2% ao ano (BAIRD; CANN, 2011, p. 284, *apud* BIZERRA. *et al.*, 2018).

O presente trabalho contorna o cenário exposto, apostando na problemática e na contextualização, como metodologias de ensino. O conteúdo desenvolvido para tal prerrogativa, é a Estequiometria. A Estequiometria é uma fração da Química que atua em torno dos cálculos da matéria envolvida em reações químicas, permitindo que possa se prever a quantidade de produto que será formada a partir de uma determinada quantidade de reagentes. Nesse aspecto, quando há queima de combustíveis, pode-se prever a massa de gás carbônico que será liberada.

É cabível e relevante a tomada do conteúdo de Estequiometria, bem como a busca pela Educação Ambiental, no momento em que a problematização deste trabalho está ligada a uma questão cotidiana, que é o uso de combustíveis nas casas, indústrias e em aparelhos eletrodomésticos e/ou eletroeletrônicos, em veículo automotores leves e pesados e outros e também à busca de alternativas para amenizar o uso desses rudimentos, agredindo menos o meio ambiente.

É mister discorrer sobre a utilização abusiva dos combustíveis, de modo geral, em âmbito mundial. A gasolina e o etanol, são objeto de estudo temático, deste projeto, para propor-se o trabalho contextualizado do tópico estequiometria, visto que estão associados aos principais agravantes do efeito estufa, por meio das suas queimas.

A gasolina, por derivar do petróleo, requer múltiplas atividades, para ser extraída e apresentada ao mercado. O comércio é o seu destino final. Os estágios de produção do combustível tão disputado economicamente, trazem grandes prejuízos ao meio ambiente e a biosfera.

O combustível etanol, é proveniente de fonte renovável; aqui no Brasil provém, em grande escala, da plantação de cana-de-açúcar. Esta monocultura, assim é denominada, por

necessitar de condições particulares que favorecem o seu plantio e colheita, de maneira a ter um bom rendimento na produção.

Salienta-se que, a contextualização, dirigida pelo viés da temática combustíveis automotivos, gasolina e etanol, traz uma importante perspectiva, que é, a observação de outros fatores, que propiciem um modo comparativo, entre estes materiais. Volta-se o olhar, nesse momento, para o processo produtivo de cada um destes, concluindo-se que o etanol, nesse ponto, é, cerca de 70% menos agressivo ao meio ambiente do que a gasolina.

O objetivo deste trabalho mantém-se nas premissas de contextualizar o conteúdo de Estequiometria, para verificar as variáveis da aplicação de uma aula temática, a partir do uso de combustíveis automotivos e do agravamento do efeito estufa, e ainda, relacionar a emissão de gás carbônico, proveniente da queima dos combustíveis gasolina e etanol, com o agravamento do efeito estufa; e através das reações de combustão da gasolina e do etanol, fazer um comparativo estequiométrico sobre as quantidades de matéria de gás carbônico emitida.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 O Ensino de Química

As Ciências da Natureza, são assim denominadas por estarem presentes em fenômenos naturais e fazerem parte de todas as rotinas da humanidade. Isto permite que o professor faça uso de experimentos e de práticas cotidianas simples, em sala de aula, para assim, em primeiro lugar, chamar a atenção dos discentes ao fato de que, a Química juntamente com a Física e a Matemática, se fazem presentes em ações básicas do dia-a-dia, nas residências e em todos os lugares frequentados pelas populações mundiais.

São inúmeras as possibilidades que um professor de Química dispõe para tornar uma aula, mais atrativa aos estudantes. Mas, uma atividade levada para a escola, demanda tempo e disposição para ser elaborada, e, este fato, parece ser a grande barreira entre o ensino e a aprendizagem significativa em Química.

Um dos recursos que podem auxiliar, tanto o professor, quanto ao aluno, em sala de aula, é a contextualização dos conteúdos. A aula pode começar com algum tipo de atividade que remeta o aluno a sua vivência, e, logo após, terá início a abordagem do conteúdo teórico e científico.

2.1.1 A Contextualização no Ensino de Química

Já existem muitos docentes adeptos às aulas contextualizadas. A contextualização se efetiva, no momento em que se consegue inserir neste propósito, as problemáticas da atualidade, agregando conhecimentos científicos, a essa potente ferramenta de ensino. PONTES *et al.*, 2008, aponta que atualmente, o ensino de química tem seguido uma forte tendência à contextualização dos conteúdos, incorporando aos currículos aspectos sócio científicos, tais como questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e a tecnologia.

Contextualizar é o ato de colocar no contexto, ou seja, colocar alguém a par de alguma coisa; uma ação premeditada para situar um indivíduo em lugar no tempo e no espaço desejado (TUFANO, 2002, *apud* MAFFI *et al.*, 2017).

É necessário que o aluno possa ter um apoio didático, algum instrumento que possibilite um momento de construção do conhecimento, relacionando os saberes que já possui, com os novos conhecimentos.

A aula contextualizada, permite com que os estudantes percebam a presença dos conteúdos, no cotidiano, e o motivo dos saberes científicos serem importantes para a participação e interação dos indivíduos, com o mundo a sua volta.

2.1.1.1 A Estequiometria em reações químicas

Algo muito importante para os setores produtivos, para os consumidores, ou seja, para atender as demandas sociais, para o consumo de produtos de higiene, limpeza, beleza, vestuário, alimentos, combustíveis, e outros, e que, com toda a certeza, contribui em todos os aspectos, com o avanço tecnológico, é a Estequiometria.

O organismo humano, é um marcador de que a estequiometria é fonte da vida, pois, já estão definidas, as quantidades de cada substância, que se deve ingerir diariamente, para que a saúde física e mental, se mantenha, seguindo as proporções estequiométricas das reações dos aparelhos e sistemas do organismo humano.

A estequiometria compreende as informações quantitativas relacionadas a fórmulas e equações químicas. Ela é baseada na lei da conservação da massa e na lei das proporções fixas (CAZZARO, 1999, *apud* FERREIRA; VASCONCELOS, 2016).

Os conceitos matemáticos envolvidos na estequiometria, tais como razão, proporção, razões proporcionais e regra de três, são trabalhados nas escolas de educação básica de forma simplificada (SILVA, 2014, *apud* SILVA *et al.*, 2018).

2.1.1.1.1 A gasolina e o etanol

Os combustíveis mais usados nos veículos, que são em sua maioria, leves, como carros e motocicletas, são a gasolina e o etanol. Para conceituar estes combustíveis, se faz necessário ter conhecimentos sobre suas propriedades físico-químicas. Com a contribuição de alguns autores, tem-se que:

[...] A gasolina é uma mistura complexa que contém mais de uma centena de compostos químicos diferentes. A depender das condições de refino e do tipo de petróleo originário, sua fórmula química varia, apresentando uma composição que pode ser extremamente variável. No mundo inteiro, o padrão para a caracterização das gasolinas são as suas octanagens. As octanagens das gasolinas comercializadas no Brasil estão dentro dos padrões internacionais. A gasolina comum brasileira é equivalente à gasolina “regular” americana e europeia. Da mesma forma, a gasolina “premium” brasileira, tem o mesmo nível de octanagem das gasolinas norte-americana e europeia [...] (FERREIRA, 2003, *apud* CARVALHO, 2011, p. 58).

Os combustíveis, gasolina e etanol, são misturas homogêneas, conhecidas pelos químicos, como soluções. A qualidade destes, está diretamente ligada às suas composições e aditivos. Carvalho, em 2011, agrega que:

[...] Atualmente a gasolina comercializada no Brasil apresenta uma composição que varia em torno de 25% de etanol anidro e 75% de gasolina pura (tipo A). Dessa forma, a gasolina é caracterizada como gasolina tipo C, ou, também chamada de gasolina comum brasileira. Esse percentual de mistura pode variar de acordo com determinações governamentais, onde os principais fatores determinantes são as ofertas e demandas de cada um dos combustíveis, assim como o controle de preço nas distribuidoras e postos de combustíveis [...] (CARVALHO, 2011, p. 58).

O combustível etanol, é proveniente de fonte renovável; aqui no Brasil provém, em grande escala, da plantação de cana-de-açúcar. Esta monocultura, assim é denominada, por necessitar de condições particulares que favorecem o seu plantio e colheita, de maneira a ter um bom rendimento na produção. Estes e outros aspectos importantes, sobre o etanol, foram trazidos por NUNES, em 2017, a partir da revista *Única*, em 2008, para ampliar os saberes sobre este combustível.

[...] O etanol (CH₃CH₂OH), também chamado álcool etílico - na linguagem popular, simplesmente álcool - é uma substância orgânica obtida da fermentação de açúcares, hidratação do etileno ou redução a acetaldeído, encontrado em bebidas como cerveja, vinho e aguardente, bem como na indústria de perfumaria. No Brasil, tal substância é também muito utilizada como combustível de motores de explosão, constituindo assim um mercado em ascensão para um combustível obtido de maneira renovável e para o estabelecimento de uma indústria de química de base sustentada na utilização de biomassa de origem agrícola e renovável [...] (ÚNICA, 2008, *apud* NUNES, 2017, p. 11).

O carbono é o elemento principal na constituição dos combustíveis fósseis, compostos atendidos pela ramificação da Química chamada Química Orgânica, onde possuem a denominação de hidrocarbonetos. Os principais combustíveis fósseis são: o petróleo, o carvão mineral e o gás natural. A designação petróleo vem do latim *petroleum*, da união das palavras *petrum*, que significa pedra, e *oleum*, que significa óleo, portanto é conhecido por “óleo da pedra”.

Os combustíveis fósseis não estarão disponíveis para sempre, mas além desse panorama, é inevitável sentir-se as consequências das degradações ambientais, congruentes à queima desses materiais. Na contemporaneidade, está evidente o Efeito Estufa, mutualista ao aumento da temperatura global e, por consequência, aos distúrbios climáticos.

2.1.1.1.1 O efeito estufa

O Efeito Estufa (EE), é um fenômeno natural e necessário para que exista vida no planeta Terra. Este, é possível, devido à composição da atmosfera terrestre, que possui, em pequena porcentagem, um gás muito conhecido e, muitas vezes considerado apenas um poluente ou um inconveniente.

O gás carbônico é um dos gases do EE, ele absorve o calor proveniente do Sol, pelos raios infravermelhos, concentrando-os em torno da Terra. Uma verdadeira estufa se forma e, assim, permite que não haja variações bruscas de temperatura, ou seja, grandes oscilações no clima.

Na atualidade, esse EE, tão necessário para a preservação da vida no planeta Terra, está sendo agravado devido a emissão acentuada de dióxido de carbono, na atmosfera. Os automóveis são os grandes vilões do agravamento desse fenômeno da natureza.

O uso de combustíveis, voltados para a produção de energia, é alvo de todas as populações mundiais. Com mais de sete bilhões de habitantes no planeta, a vida pode estar ameaçada. São muitos veículos automotores, circulando diariamente nos ambientes da biosfera. E as indústrias estão sempre em busca da eficiência energética dos combustíveis.

3. METODOLOGIA

As atividades do projeto foram desenvolvidas com alunos de graduação, da Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé. Com turmas do Componente Curricular: Química Geral, para os Cursos de Engenharia de Produção, Computação, Alimentos, Energia e Química. As atividades ocorreram em ambiente virtual, via Google Meet. No primeiro encontro

com os alunos, foi feito um diálogo inicial, e expostas as atividades que seriam praticadas durante as aulas.

A intervenção pedagógica foi dividida em quatro Momentos Didáticos (MD):

- MD 1: Aplicação de um questionário prévio para a sondagem dos conhecimentos que os alunos já possuíam, a respeito do conteúdo de Estequiometria, Combustíveis Automotivos (CA) e Efeito Estufa (EE). (50 min de duração)
- MD 2: Apresentação de um vídeo, explanando o cenário experimental, permitindo aos estudantes a percepção macroscópica do resíduo eliminado pela combustão de combustíveis pela formação de fuligem; posterior extração dos principais conhecimentos, relativos ao conteúdo e aos temas. (50 min de duração)
- MD 3: Aplicação de uma aula, temática e contextualizada, permeando pelos conceitos e definições da gasolina e do etanol, suas origens e formas de extrações, trabalhando com o conteúdo de Estequiometria por meio das reações de combustão da gasolina e do etanol, demonstrando que, para atingir-se o nível energético de 1000 Kcal, são emitidas as mesmas quantidades de gás carbônico, o principal gás do efeito estufa, pelos dois combustíveis, tendo-se nos meios de produção e extração, um ponto crucial para que se possa amenizar os impactos ambientais, destacando-se nesta etapa, o etanol, por ser proveniente de fonte renovável e sua obtenção ser baseada em uma reação química de fermentação da sacarose. (70 min de duração).
- MD 4: aplicação de um questionário final. (30 min de duração)

Ressalta-se, neste momento, que um dos objetivos do estudo realizado em 2021, foi apresentar uma aula contextualizada, para abordar o conteúdo de Estequiometria, a partir do tema combustíveis fósseis, sendo o ponto culminante da pesquisa, pois, a partir da exposição do conteúdo e do tema, foi possível uma análise comparativa, entre os resultados do questionário prévio, aplicado antes da aula, para sondar os conhecimentos prévios dos estudantes, e o questionário final, aplicado após a exposição do conteúdo e do tema.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A estequiometria é um conteúdo bastante utilizado, tanto na área da Química, quanto em áreas de setores de produção. Por se tratar de um conteúdo bastante complexo, a aprendizagem dos alunos depende de vários fatores. Desta forma, existem muitas propostas metodológicas, que podem tornar a aprendizagem mais acessível.

As reações químicas, na teoria, são representadas por meio das equações químicas. Os conceitos tornam possível a aquisição de ideias abstratas na ausência de experiências empírico-

concretas e de ideias que podem ser usadas tanto para categorizar novas situações como servem de ponto de ancoragem para assimilação e descoberta de novos conhecimentos (MOREIRA, 2011, *apud* MARIALVA, 2018).

O entendimento do conteúdo de Estequiometria, se torna acessível ao estudante que conseguir compreender que, do mesmo modo que os átomos estabelecem ligações químicas entre si, as substâncias formadas por estas ligações, também obedecem a uma proporção entre si para reagir. O exemplo da receita de bolo que se verifica em uma proporção de três xícaras de farinha de trigo para duas xícaras de açúcar, consegue demonstrar que, no cotidiano dos estudantes, já se depararam com proporções entre materiais.

O balanceamento das equações químicas é fundamental, pois indica esta relação de proporcionalidade entre as substâncias químicas, baseando-se nas Leis Ponderais. A estequiometria compreende as informações quantitativas relacionadas a fórmulas e equações químicas. Ela é baseada na lei da conservação da massa e na lei das proporções fixas (CAZZARO, 1999, *apud* FERREIRA; VASCONCELOS, 2016).

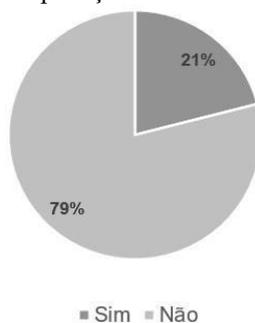
Muitas são as barreiras que devem ser ultrapassadas pelos estudantes para que obtenham êxito nos Cálculos Estequiométricos. O estudo feito em 2021, permitiu que se localizasse dificuldades de interpretação das equações químicas, e por consequência, o entendimento de que as substâncias mantêm uma relação de quantidade entre si; a dificuldade na montagem da regra de três; a dificuldade em entender que pode-se medir quantidades de maneiras diferentes, como por exemplo, fazer a medição da massa que um volume de líquido apresenta, impedindo o entendimento relativo às relações estequiométricas entre mol, massa, volume e número de átomos e de moléculas. O desenvolvimento do cálculo estequiométrico utiliza a linguagem matemática (aritmética e proporção), a linguagem física (unidades de medidas do Sistema Internacional) e a linguagem química (simbologia, grandezas e equações químicas) (PIO, 2006, *apud* COSTA; SOUZA, 2013).

Durante o contato direto com a classe, por meio dos questionários prévio e final, que possuíam proposições em comum, pode-se observar mudanças significativas e positivas, tanto para definir quanto para conceituar alguns objetos propostos. Em relação à algumas questões, é nítida a contribuição da contextualização por meio de um tema, conforme alguns dados obtidos que seguem abaixo.

- O que você entende por Estequiometria em Reações Químicas? Qual a importância da Estequiometria para o cotidiano e/ou indústria?

Em relação a esta proposição, os estudantes não possuíam conhecimentos prévios satisfatórios, mas, após a exposição do conteúdo, as respostas foram, em maioria, satisfatórias, conforme as demonstrações gráficas abaixo.

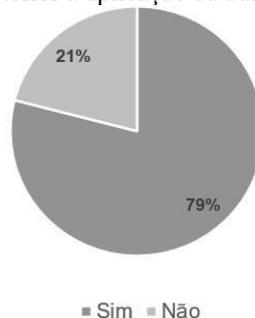
Figura 1: Gráfico relativo à compreensão dos alunos em relação à Estequiometria e a sua utilização na indústria e/ou cotidiano anterior à aplicação da aula temática e contextualizada.



Fonte: Autoria própria (2021).

Um grande número dos estudantes, não possuíam conhecimentos prévios sobre Estequiometria e a sua importância e possíveis aplicações, tanto no cotidiano, quanto na indústria.

Figura 2: Gráfico que representa o entendimento dos alunos sobre a Estequiometria e a sua utilização na indústria e/ou cotidiano posterior à aplicação da aula temática e contextualizada.



Fonte: Autoria própria (2021).

Posteriormente, os estudantes demonstraram ter ampliado o conhecimento sobre o conteúdo e suas aplicações.

- O que você entende por efeito estufa?

No momento da sondagem, a maioria dos alunos não relacionaram o agravamento do efeito estufa com a emissão de gás carbônico por meio dos veículos automotivos, apenas 7% destes, propôs a relação. No momento posterior à aula expositiva e dialogada, os estudantes ainda não conseguiram estabelecer a relação entre o agravamento do efeito estufa com a liberação de gás carbônico através dos veículos automotivos, apenas 28% dos discentes fizeram tal menção.

Em um segundo momento, posterior à aplicação da aula temática e contextualizada, parte dos resultados obtidos no questionário final, com proposições semelhantes ao questionário prévio, demonstraram-se mais aprimorados, e um grande número dos estudantes, demonstrou satisfação com a apresentação da aula temática e contextualizada, sobre a gasolina e o etanol, para expor o conteúdo de Estequiometria.

Apesar do conhecimento teórico, chegou o momento de realizar os cálculos estequiométricos, mesmo após a aula temática e contextualizada, apenas 14,0% dos alunos, desenvolveram os cálculos estequiométricos corretamente; e os outros 86,0%, não atingiram os objetivos do desenvolvimento dos cálculos, recaindo ao erro, portanto, o conteúdo de Estequiometria, apresentou-se como uma matéria que possui um grau elevado de requisitos e de dificuldades a serem vencidas.

As dificuldades percebidas pelos estudantes, vão desde a utilização da Matemática, através das regras de três, até a interpretação da equação química e seu balanceamento, e ainda, as relações entre mol, massa molar, volume e número de átomos ou de moléculas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste trabalho, foi possível perceber que o ensino em Química, ainda está em defasagem. Através do desempenho dos alunos, na realização dos questionamentos de sondagem, constatou-se que estes possuem conhecimentos muito restritos, tanto em relação ao conteúdo de Estequiometria, quanto ao tema principal, combustíveis automotivos, quanto ao tema transversal, efeito estufa.

O tema é relevante para a atualidade, e, a partir do trabalho com as equações químicas que representam a combustão do etanol e da gasolina, através do conteúdo de Estequiometria, pode-se perceber que para a produção de um mesmo nível energético, estipulado em 1000 KJ, os dois combustíveis liberam uma mesma quantidade de gás carbônico na atmosfera terrestre, tendo-se, nos meios de produção do etanol, um diferencial, por ser oriundo de fontes renováveis, e seu processo de produção é menos agressivo ao meio ambiente.

Em acordo com os resultados obtidos neste trabalho, a aula contextualizada foi bem aceita pelos alunos, obteve-se 100% de afirmações, neste sentido, quando estes, foram questionados relativamente a este tópico, mencionando que esta aula serve para aprofundar conhecimentos, entender a dinâmica por meio de gráficos, dar exemplificações, relacionar o aquecimento global ao conteúdo e ainda é mais prática. A apresentação do vídeo, parte experimental, contribuiu para que os alunos compreendessem o modo com que os combustíveis

agridem o meio ambiente, condizente com suas conclusões no questionário final, no momento em que 100% destes alunos, citaram ações que demonstram a percepção de que algo pode ser feito, como: plantar mais árvores, subentendendo-se que o aluno viu na fotossíntese, um processo natural favorável; economizar energia e combustíveis, salientando que pode haver um cuidado e uma redução no uso destes artigos.

Constatou-se que, após a aplicação da aula contextualizada, 71,0% dos alunos conseguiram aprimorar a sua percepção sobre a Estequiometria, relacionando-a com os cálculos em reações químicas, balanceamento das equações químicas, e fazendo menção à utilização da Estequiometria na indústria.

Desta forma, é necessário o diálogo, a leitura, a contextualização, temáticas, problemáticas, e o uso de todas as metodologias e ferramentas que se dispõem, para que, assim, o estudante consiga ter maiores possibilidades de se apropriar do conhecimento, agregando novos conhecimentos, aos que já possui, construindo saberes científicos.

REFERÊNCIAS

BIZERRA, A. M. C.; DE QUEIROZ, J. L. A.; COUTINHO, D. A. M. O Impacto Ambiental dos Combustíveis Fósseis e dos Biocombustíveis: as concepções de estudantes do Ensino médio sobre o tema. *In: Revbea*, São Paulo, v. 13, N° 3, p. 299-315, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/download/2502/1562/>>. Acessado em: Dez. 2022.

CARVALHO, M. A. S. de. **Avaliação de um motor de combustão interna ciclo Otto utilizando diferentes tipos de combustíveis**. 2012. 168 f. Dissertação. Pós-Graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2011.

COSTA, A. A. F. da; SOUSA, J. R. da T. Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. *In: Amazônia, Revista de Educação em Ciências e Matemática*, v.10 (19), p. 106-116, ago-dez, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2190>>. Acessado em: Dez. 2022.

ENERGY EFFICIENCY: A RECIPE FOR SUCCESS. *In: World Energy Council - WEC.*, London, 2010.

FERREIRA, K. de M.; VASCONCELOS, T. N. H. O efeito de uma sequência didática de cálculos químicos com enfoque CTS no contexto da EJA. *In: Revista Tecnologia e Sociedade*, Curitiba, v. 12, n. 24, p. 1-26, jan./abr. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/3296>>. Acessado em: Dez. 2022.

MAFFI, C. *et al.* A Contextualização na Aprendizagem: Percepções de Docentes de Ciências e Matemática. *In: Revista Conhecimento Online*, a. 11, v. 2, mai/ago. 2019, Novo Hamburgo. Disponível em: <https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/15022/2/A_contextualizacao_na_aprendizagem_percepcoes_de_docentes_de_ciencias_e_matematica.pdf>. Acessado em: Dez. 2022.

MARIALVA, T. C. **Assimilação do conceito de estequiometria a partir de uma unidade de ensino potencialmente significativa – UEPS.** 2018. 106 f. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal do Amazonas, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Manaus, AM, 2018.

NUNES, E. F. Cana-de-açúcar: A produção de etanol e seus benefícios. *In: Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de São Paulo.* Barretos, 2017.

PONTES, A. N., *et al.* O Ensino de Química no Nível Médio: Um Olhar a Respeito da Motivação. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química*, XIV, 2008, Curitiba. Anais. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0428-1.pdf>>. Acessado em: Dez. 2022.

SILVA, L. de S.; BERTINI, L. M.; ALVES, L. A. Repositórios de objetos de aprendizagem no ensino de estequiometria. *In: Revista ACTIO: Docência em Ciências*, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 43-64, mai./ago. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/329768619_Repositorios_de_objetos_de_aprendizagem_no_ensino_de_estequiometria/fulltext/5c19b20d458515a4c7e8c6aa/Repositorios-de-objetos-de-aprendizagem-no-ensino-de-estequiometria.pdf>. Acessado em: Dez. 2022.

SOLA, A. V. H. *et al.* Melhoria da eficiência energética em sistemas motrizes industriais. *In: Production*, v. 25, N° 3, p. 498-509, jul/set, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/prod/a/mtq9nFv33DhqbtVPqJ54ttr/?format=pdf>>. Acessado em: Dez. 2022.