



Série – Sequência Didática
nº002

Tarcisio Pelissari Costa
Denise Rocco de Sena
Manuella Villar Amado

O TEMA COMBUSTÍVEL EM UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA COM CARACTERÍSTICAS CTSA: UM
GUIA DIDÁTICO PARA O ENSINO DE QUÍMICA

ISBN: 978-85-8263-489-9



**INSTITUTO
FEDERAL**
Espírito Santo
Campus
Vila Velha



Edifes
ACADÊMICO



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM
QUÍMICA
Mestrado Profissional em Química

Tarcisio Pelissari Costa

Denise Rocco de Sena

Manuella Villar Amado

O TEMA COMBUSTÍVEL EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
COM CARACTERÍSTICAS CTSA: um guia didático para o
ensino de química

Série Guia Didático de Ciências – Nº 03

Grupo TEQBio



Edifes
ACADÊMICO

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Espírito Santo

Vila Velha
2019

Copyright @ 2019 by Instituto Federal do Espírito Santo Depósito legal na biblioteca Nacional conforme Decreto nº. 1.825 de 20 de dezembro de 1907. O conteúdo dos textos é de inteira responsabilidade dos respectivos autores.

Material didático público para livre reprodução.
Material bibliográfico eletrônico.



Edifes
ACADÊMICO



Catálogo na publicação.
Quezia Barbosa de Oliveira Amaral – CRB6-590

C837t Costa, Tarcisio Pelissari.

O tema combustível em uma sequência didática com características CTSA: um guia didático para o ensino de química. / Tarcisio Pelissari Costa; Manuella Villar Amado; Denise Rocco de Sena. Vila Velha: Edifes, 2019.

137 p. : il. - (Sequência didática ; no. 2)
Inclui bibliografia.
ISBN: 9788582634899

1. Química (Ensino médio). 2. Combustíveis. 3. Alfabetização científica I. Amado, Manuella Villar. II. Sena, Denise Rocco de. III. Instituto Federal do Espírito Santo. IV. Título.

CDD 372.41

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
Pró-Reitoria de Extensão e Produção
Av. Rio Branco, nº 50, Santa Lúcia Vitória – Espírito Santo CEP 29056-255 -
Tel.+55 (27)3227-5564
E-mail:editoraifes@ifes.edu.br

Mestrado Profissional em Química

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
Campus Vila Velha
Avenida Ministro Salgado Filho, 1000, Soteco, Vila Velha, Espírito Santo –
CEP: 29106-010

Comissão Científica

Maria de Fátima Fontes Lelis
Araceli Verônica Flores Nardy Ribeiro

Coordenação Editorial

Editora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo
Avenida Rio Branco, nº 50 – Santa Lúcia
29056-264 – Vitória – ES
www.edifes.ifes.edu.br
editora@ifes.edu.br

Revisão do Texto

Os Autores

Capa e Editoração Eletrônica

Assessoria de Comunicação Social do IFES

Produção e Divulgação

Mestrado Profissional em Química
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

MINICURRÍCULO DOS AUTORES



Tarcisio Pelissari Costa: Possui licenciatura plena em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2011) e mestrado profissional do Programa de Pós-graduação Profissional em Química em Rede Nacional (ProfQui) pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - campus Vila Velha - Ifes (2019). Professor efetivo da Rede Estadual do Espírito Santo, com experiência em ensino de Química no Ensino Médio.



Denise Rocco de Sena: Possui graduação em Química pelo Instituto de Química de São Carlos - USP (1986), mestrado em Físico-Química pelo Instituto de Química de São Carlos - USP (1991) e doutorado em Físico-Química pelo Instituto de Química de São Carlos - USP (2002). Foi coordenadora de Curso Técnico em Química entre os anos de 2006 a 2009, Diretora de Ensino entre os anos de 2011 e 2014 e Diretora Geral entre os anos 2014 e 2017 no Instituto Federal de Educação, Ciência e

Tecnologia do Espírito Santo - campus Vila Velha (Ifes). Atualmente é professora Titular. Leciona Química Geral I e II, Físico-química I e II para o curso de licenciatura e Bacharelado em Química do Ifes. Também leciona disciplinas no Mestrado Profissional de Ensino de Química, ProfQui. Tem experiência na área de Físico-química principalmente em termodinâmica e eletroquímica. Atua nos seguintes temas: Estabilidade térmica e de armazenamento de biodiesel. Também trabalha com surfactantes e macromoléculas. Já atuou na área de Células a combustível e tem nessa área as publicações mais expressivas de sua carreira como pesquisadora. Atualmente orienta mestrandos na linha de pesquisa de ensino de química principalmente em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e Alfabetização Científica (AC). Desde de Junho de 2019 está como Diretora Técnica - Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES).



Manuella Villar Amado: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo (2002), Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo (2004), Doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas (2008) e Pós-doutora na área de Divulgação e Ensino das Ciências pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto - Portugal (2014). Líder do

Grupo de Estudos e Pesquisa em Alfabetização Científica e Espaços de Educação Não Formal (GEPAC). Professora do curso Técnico em Biotecnologia no IFES, Campus Vila Velha e professora e orientadora no Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (EDUCIMAT) no IFES Campus Vitória. Pesquisadora na área de Ensino de Ciências realizando pesquisas em Educação Científica e em Espaços de Educação Não Formal. Experiência nas áreas de Biologia Animal, Ecologia, Genética da Conservação, Biologia Molecular, Biotecnologia, Ensino e Ciências, Alfabetização Científica, Espaços Educativos Não Formais, Educação para uma Cultura Sustentável.

SUMÁRIO

1 – APRESENTAÇÃO.....	7
2 – INTRODUÇÃO.....	8
3 – A QUÍMICA DOS COMBUSTÍVEIS.....	10
4 – BASES PEDAGÓGICAS DESTE PRODUTO.....	18
5 – APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	22
6 – NOSSA EXPERIÊNCIA NA APLICAÇÃO DA SD.....	30
7 – REFERÊNCIAS.....	40
ANEXOS.....	45

1 APRESENTAÇÃO

Este guia didático tem como objetivo divulgar a produção acadêmica gerada em nível de mestrado, assim como auxiliar àqueles que procuram por alternativas metodológicas para suas aulas e ainda enfrentam dificuldade em desenvolver novos materiais. Neste guia você encontrará não só uma sequência didática (SD) pronta para aplicação, como também indicações de como adaptar a sequência aqui disponibilizada, de acordo com suas necessidades, ou de como produzir sua própria SD.

A base para construção deste guia didático é a dissertação de mestrado do autor, a qual se encontra disponível em formato digital no endereço eletrônico vilavelha.ifes.edu.br/cursos/167-cursos/pos-graduacao/16700-profqui.html, para que o público interessado tenha amplo acesso à pesquisa realizada. Com o intuito de aproximar a pesquisa científica da prática docente, o programa de mestrado ProfQui divulga todo o material produzido.

A temática escolhida para o desenvolvimento da SD disponibilizada foi “Combustíveis”, por se tratar de um assunto muito próximo à vivência cotidiana dos alunos das grandes cidades, assim como de grande importância econômica e ecológica. O desenvolvimento da SD acontece dentro das características de uma abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e procura promover a alfabetização científica, além da aprendizagem de conceitos próprios da química.

Boa leitura e ótimo trabalho!

Os autores.

2 INTRODUÇÃO

Em maio de 2018, o Brasil foi intensamente afetado por uma greve de caminhoneiros que se estendeu por onze dias e atingiu todos os Estados da nação e também a capital federal. A paralização foi chamada por alguns meios de comunicação de 'A crise do Diesel', pois a principal reivindicação dos profissionais envolvidos foi a redução do preço do óleo diesel nas bombas de combustível dos postos, assim como a redução, ou isenção, de impostos que incidem sobre este combustível, como o PIS/COFINS, o ICMS e a CIDE (MORAES, 2018). As consequências deste evento foram enormes na economia do país, com retração de 3,34% do Índice de Atividade Econômica do Banco Central (IBC-Br – considerado uma prévia do PIB) e impactos negativos nos indicadores de diversos setores, como o da produção industrial, de investimentos, do mercado de varejo e de serviços, assim como alta da inflação e redução nos indicadores de confiança do país (GERBELLI, 2018).

Os reflexos da “crise do diesel” também foram sentidos na vida dos brasileiros, de maneira direta, com o desabastecimento de produtos essenciais como combustíveis, alimentos e medicamentos, além da descontinuidade de alguns serviços essenciais como os de transportes públicos e de saúde (SHALDERS, 2018;). A repercussão da crise ganhou visibilidade inclusive na imprensa internacional, com matérias em jornais como o Financial Times, The Washington Post, The Wall Street Journal e a rede CNN, nos Estados Unidos, a rede britânica – BBC, o argentino – Clárin, o italiano – Corriere Della Sera e o francês – Le Figaro (G1, 2018; O ESTADO DE S. PAULO, 2018). Este evento tomou proporção pelo fato de o país ser fortemente dependente do transporte rodoviário para a movimentação de bens, pessoas, produtos, incluindo matérias primas os insumos para a indústria e o próprio combustível utilizado nos meios de transporte.

Tudo isso nos leva a considerar a importância de um aprofundamento, por parte da população, na compreensão de questões importantes como a escolha estratégica na logística de bens e produtos através do país, assim como dos combustíveis usados nesta tarefa. O aspecto econômico deve ser considerado na comparação e escolha dos combustíveis, não obstante os aspectos sociais e ambientais implicados em seu uso também devem ser considerados.

Em função do exposto, observa-se a riqueza do tema aqui proposto em aspectos a serem explorados por diversas áreas do conhecimento, podendo ser indicado como um assunto que ajude na promoção de abordagens interdisciplinares e transdisciplinares. No campo das ciências humanas podem ser feitas abordagens históricas de sua importância e usos, por parte da geografia pela discussão sobre as matrizes energéticas, ou na sociologia com relação aos impactos sociais relacionados à mobilidade populacional ou no setor produtivo, nas relações de

trabalho. No campo das ciências da natureza a riqueza de abordagens é ainda maior, podemos associar seus usos aos conceitos termodinâmicos das máquinas térmicas e transferência de calor através da Física, às questões ambientais, próprias da Biologia, no que diz respeito aos impactos do uso dos combustíveis nas questões ambientais, abordando o ciclo do carbono e na comparação entre combustíveis fósseis e biocombustíveis. Já na Química enxergamos possibilidades de abordar conceitos que vão desde a natureza da matéria, caracterização de substâncias e misturas, passando por estequiometria, estudo dos gases e soluções, termoquímica, e chegando à Química orgânica.

3 A QUÍMICA DOS COMBUSTÍVEIS

Segundo Lagemann (2016) “Combustível é toda substância natural ou derivada do natural, tanto em estado sólido, líquido ou gasoso que, combinado com oxigênio, produz uma reação química com liberação de energia.” Uma importante propriedade dos combustíveis é o seu poder calorífico, que “É definido como a quantidade de calor que é liberado pela queima total de uma unidade de massa ou de volume do combustível, sob dadas condições iniciais de temperatura e pressão” (LAGEMANN, 2016).

De maneira geral os combustíveis podem ser divididos em dois grandes grupos, de acordo com sua origem: os **combustíveis fósseis** e os **combustíveis renováveis**. Os combustíveis fósseis são aqueles produzidos por longos processos de transformação da matéria orgânica através da ação de altas temperaturas e pressões. Já os combustíveis renováveis são produtos de animais ou plantas, utilizados em sua forma bruta ou processados, como madeira, carvão vegetal, óleos e gorduras ou gases provenientes do processo de decomposição dos mesmos. A principal diferença entre esses dois tipos de combustível está no tempo necessário para que o carbono circule dentro do seu ciclo natural. Enquanto nos combustíveis fósseis este tempo é estimado em centenas de milhões de anos, nos combustíveis renováveis este tempo é de apenas alguns meses ou poucos anos, de acordo com o tipo de material usado. Desta forma a proporção de carbono atmosférico, apresentado na forma de gás carbônico, tem pouca variação por conta da queima de combustível renovável, mantendo uma concentração aproximadamente constante ao longo do tempo, mas tem grande variação por conta da queima de combustível fóssil. Vejamos um pouco mais sobre ambos os combustíveis.

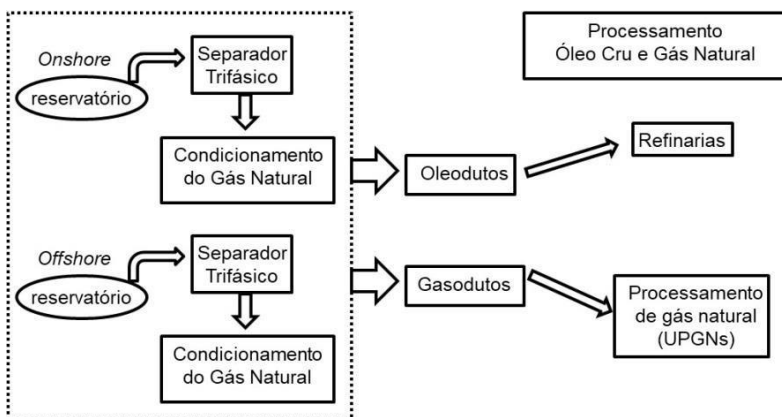
Combustíveis não renováveis ou Fósseis

Os combustíveis fósseis foram formados em processos que levaram centenas de milhões de anos. Em períodos que variam de 300 a 150 milhões de anos, troncos, raízes, galhos e folhas de árvores, assim como, microalgas, bactérias e outros microrganismos morreram, acumularam-se em pântanos e no fundo de oceanos e lagos. Sob efeito de altas temperaturas e pressões foram transformados nos materiais que utilizamos hoje em dia para a produção de energia. Entre estes materiais encontramos: O carvão mineral, figurando como combustível sólido; o petróleo, que pode ser encontrado tanto no estado sólido, como nos estados líquido e gasoso; e o gás natural, que pode ser encontrado associado ou não ao petróleo.

Dentre eles, o petróleo é um dos mais importantes em todo mundo e, especialmente em nosso país. O petróleo é composto por uma mistura de

hidrocarbonetos que podem ser extraídos tanto de reservatórios em terra (onshore), como em reservatórios no leito marinho (offshore). Após as etapas de prospecção, perfuração e recuperação (a recuperação é a retirada, propriamente dita, do petróleo do interior da rocha matriz), inicia-se a fase de processamento do efluente do poço, que é, na maioria das vezes, uma mistura de água, petróleo e gás. Dependendo das condições de formação do reservatório, o gás natural pode ser encontrado em maior ou menor proporção junto o petróleo. A primeira etapa de beneficiamento do efluente dos poços é chamada de processamento primário e consiste na separação das fases de água, óleo e gás e o direcionamento de cada um deles para as devidas unidades de refino e processamento (LAGEMANN, 2016). A seguir, pode-se observar o processamento primário complexo do óleo cru e gás natural de forma esquemática.

Figura 1- Esquema simplificado do processamento primário complexo do óleo cru e gás natural.



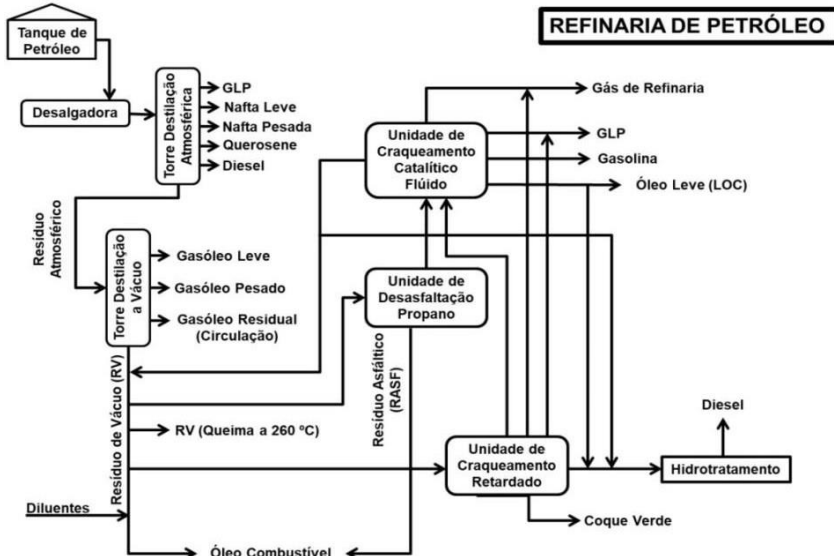
Fonte: (LAGEMANN ,2016).

O gás natural é composto predominantemente por metano (de 80 a 90%), etano (de 5 a 10%) e propano e outros gases em proporções quase desprezíveis (GARCIA, 2013). Antes de ser encaminhado ao consumidor, o gás natural passa por unidades de processamento de gás natural, onde são retiradas as frações condensáveis, correspondentes ao GLP (gás liquefeito de petróleo), nafta leve, água, além disso também há os processos de dessulfurização, para retirada do gás sulfídrico (H₂S), e de remoção de CO₂. Como combustível apresenta excelentes qualidades, praticamente não contém compostos sulfurados e, por não exigir excesso de ar, sua queima gera baixas emissões de NO_x e materiais particulados.

A fase líquida proveniente do processo primário é conhecida como óleo cru e, depois de separada da água é encaminhada para as refinarias onde passa por

um processo de separação para a obtenção dos diversos produtos derivados do petróleo. Este refinamento se dá basicamente em três formas: destilação à pressão atmosférica; destilação a vácuo e craqueamento, conforme visualizado no esquema simplificado na figura 2:

Figura 2 - Esquema simplificado do processo de destilação do petróleo.



Fonte: (LAGEMMAN, 2016)

A partir deste processo serão originados os combustíveis derivados de petróleo, assim como materiais que não serão usados como combustíveis, mas que vão alimentar a indústria petroquímica, servirão como óleos lubrificantes ou serão utilizados de maneira direta, como o resíduo asfáltico (GARCIA, 2013; LAGEMANN, 2016).

Dentre as frações separadas na refinaria temos o GLP (gás liquefeito de petróleo) e Gás de refinaria se apresentando na forma gasosa. Dentre eles o primeiro é o que apresenta maior importância comercial. O GLP é fração mais leve do petróleo, retirada no topo da torre de destilação atmosférica e também como produto proveniente dos processos de craqueamento catalítico. É assim chamado, pois se liquefaz a temperatura ambiente através da aplicação de pressões na faixa de 600-1200¹ kPa, sendo distribuído para consumo em reservatórios (conhecidos como botijões) numa proporção de 85% da mistura no estado líquido e 15% no estado gasoso. Corresponde, no máximo, a 2% do

¹ kPa = 1000 pascal. Pascal é a unidade de medida de pressão no SI.

volume total do óleo cru e é composto por hidrocarbonetos com 3 e 4 átomos de carbono (C3 e C4). Sua composição exata não é bem definida e varia de acordo com método de obtenção (destilação ou craqueamento), mas de maneira geral o seu poder calorífico varia muito pouco, independente dessas variações de composição. Apresenta usos industriais e agrícolas, mas sua principal aplicação é na cocção de alimentos (GARCIA, 2013; LAGEMANN, 2016).

Entre as frações líquidas figuram o Nafta, o querosene, o óleo diesel e o óleo combustível. Dentre eles damos especial destaque ao nafta e ao óleo diesel, pois são aqueles mais diretamente ligados ao cotidiano dos alunos, sendo usado como combustíveis automotores. A Nafta leve é produzida na torre atmosférica e, após tratamento, pode ser misturada a outras naftas e produtos de craqueamento catalítico dando origem à gasolina (GARCIA, 2013), esta apresenta poder calorífico inferior da ordem de 43030 kJ/kg (ESPARTA; MOREIRA, 2004). O diesel é uma mistura de várias frações obtidas nas unidades de destilação, incluindo a nafta pesada, querosene, diesel leve e pesado e frações de gasóleo. No Brasil é classificado em tipos, de acordo com a quantidade de enxofre em sua composição (GARCIA, 2013). Sua composição química comporta hidrocarbonetos variados e apresenta poder calorífico médio de 44978 KJ/Kg.

Combustíveis renováveis ou Biocombustíveis

Os biocombustíveis podem ser usados in natura ou como produtos do processamento de fontes naturais. Assim como os combustíveis fósseis, podem ser encontrados nos estados sólido, carvão e lenha, líquido, destacando-se o etanol e o biodiesel, e gasoso, com o biogás. Novamente nos ateremos aqui às características dos biocombustíveis de maior impacto direto no cotidiano dos nossos alunos, etanol e biodiesel, usados como combustível em veículos automotores.

O etanol, no Brasil produzido a partir da cana-de-açúcar, surge no contexto nacional como forma de reduzir as constantes crises do setor açucareiro e reduzir a dependência de importação de petróleo. Em 1925 acontece a primeira inserção do etanol como combustível na matriz energética brasileira e em 1975 é criado o Programa Nacional do Álcool, conhecido como Proálcool. À época, aquém do crescente preço do petróleo no mercado internacional, o custo de produção do álcool não o tornava competitivo e este era dependente de subsídios para sua penetração e manutenção no mercado interno brasileiro. O etanol apresenta poder calorífico inferior da ordem de 26750 kJ/kg e atualmente é comercializado puro ou adicionado à gasolina num teor obrigatório de 27%, estabelecido em lei desde 2015 (BRASIL, 2015).

O biodiesel é um combustível com propriedades semelhantes ao óleo diesel,

sendo produzido a partir de óleos vegetais ou gorduras animais transformados pelos processos de esterificação ou transesterificação. A matéria prima, seja ela de origem vegetal ou animal, precisa passar por um processo de pré-tratamento antes de ser submetida ao processo de produção do biodiesel. Apesar de não haver um valor referência especificado pela ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) para o poder calorífico do biodiesel, o valor médio típico é de 39330 kJ/kg (GARCIA, 2013). O biodiesel se mostra uma alternativa altamente positiva, pois, para sua produção, podem ser empregados tanto óleos e gorduras virgens como aqueles oriundos de processamentos domésticos, comerciais e industriais, o chamado óleo residual. Segundo Parente (2003), óleo de frituras e sebo de animais são duas fontes que representam grande potencial de oferta de matéria prima para a fabricação de biodiesel. Atualmente, no Brasil, o biodiesel é adicionado ao diesel mineral num percentual obrigatório de 8%, desde março de 2017 (BRASIL, 2017).

A reação de combustão

Como o foco deste trabalho é a termoquímica faz-se necessário ainda discutir um pouco sobre a reação através da qual os combustíveis nos fornecem sua energia armazenada. Lagemann (2016, p.154) define combustão “[...] como sendo uma reação química exotérmica entre um combustível e um comburente, produzindo luz e calor”. Esta é provavelmente a definição mais conhecida para esta reação, mas, apesar de bastante clara, ela nos permite ainda pouca operacionalização deste conceito e o próprio autor indica que “As reações químicas que ocorrem na combustão são muito complexas, havendo na maioria dos casos reações simultâneas, antes de chegar ao produto final da combustão. Sobre este ponto, Garcia (2013) nos esclarece que o fenômeno da combustão envolve reações químicas bastante complexas, que acontecem em vários estágios e que dependem de vários fatores como as características físico-químicas do combustível, a proporção entre combustível e oxigênio, a temperatura, entre outros. Para Trigueiros (2017, p.9) o processo de combustão é definido como “uma reação química entre uma substância, denominada combustível e o oxigênio do ar, denominado oxidante”, definição esta muito próxima à de Garcia (2013, p.245), que traz a ideia de que “Combustão é a reação rápida entre o oxigênio e os constituintes de um combustível, com a produção de calor e luz.” (grifo nosso). Esta definição nos permite especificar melhor nossa análise sem, no entanto, perder a visão da complexidade do processo. Os combustíveis, independente se são fósseis ou renováveis, apresentam predominantemente em sua composição os elementos químicos carbono e hidrogênio e, em menores proporções, os elementos enxofre, nitrogênio e oxigênio. Sendo assim, Garcia (2013, p.245) nos indica um conjunto de reações básicas que permitem caracterizar a combustão, sendo elas:





A partir dessas reações podemos aplicar os conceitos da estequiometria para interpretar e prever o resultado da queima de um determinado combustível. A estequiometria é o ramo da Química que permite uma análise quantitativa das transformações da matéria, sendo assim, a partir de uma reação química balanceada, os coeficientes estequiométricos das substâncias nos permitem relacionar a quantidade de matéria de uma substância envolvida na reação com a quantidade de matéria de outra substância da mesma reação. Conhecendo as relações entre quantidade de matéria e massa para as essas substâncias em questão podemos expandir as possibilidades de correlação e análise entre os participantes de uma reação química (KOTZ et al., 2015).

É importante chamar atenção ainda para o fato de que estamos trabalhando, em grande parte, com substâncias gasosas e, dessa maneira, precisamos entender os detalhes de seu comportamento afim de expandir um pouco mais nossa capacidade de análise. Sobre o comportamento dos gases, Kotz *et al.* (2015) nos indicam que gases reais a baixas pressões (até 10^{-2} atm) e altas temperaturas geralmente comportam-se de acordo com a equação do gás ideal (1):

$$PV = nRT \quad (1)$$

Onde:

P = pressão do gás;

V = volume do gás;

n = quantidade de matéria (g/mol) do gás

T = é a temperatura (em K) do gás

R = Constante universal dos gases

A partir desta equação podemos relacionar as chamadas variáveis de estado (pressão, volume e temperatura) e a quantidade de matéria (n) ao comportamento do gás e também ampliar as relações estequiométricas aplicadas às reações químicas. Com base nesses dados podemos, por exemplo, calcular o volume de oxigênio necessário para promover a queima completa de determinada massa de combustível. Estes conceitos são de fundamental importância no controle e ajuste dos processos de combustão em nível industrial, como também, no funcionamento e regulação dos motores à combustão empregados nos automóveis (LAGEMANN, 2016).

² atm = atmosfera. Unidade de medida de pressão.

Como vimos anteriormente, um aspecto de suma importância na caracterização de um combustível é o seu poder calorífico, veremos agora, mais detalhadamente, o significado desta propriedade. Quando discutimos transformações químicas que envolvem trocas de calor, como é o caso das reações de combustão, precisamos mobilizar conceitos da termodinâmica, que pode ser conceituada como “o estudo das transformações de energia [...]”(ATKINS, 2018, p.32) ou, mais detalhadamente, “[...] a ciência do calor e do trabalho” (KOTZ *et al.*, 2013, p.48). Para a termodinâmica a energia total armazenada em um sistema é chamada de energia interna e esta pode ser alterada por duas vias: através do trabalho, ou seja, realizando deslocamento contra uma força oposta, ou através do calor, que está relacionado à variação de temperatura entre um sistema e suas vizinhanças. Sendo assim, podemos considerar que as definições apresentadas se relacionam de maneira complementar na compreensão deste conceito. Dessa forma, se houver uma variação na energia armazenada pelo sistema, identificamos que a mesma será resultado das contribuições tanto do calor como do trabalho observados no fenômeno em questão, o que representamos matematicamente pela equação 2:

$$\Delta U = w + q \quad (2)$$

onde, ΔU representa a variação energia interna do sistema, w representa o trabalho realizado ou sofrido pelo sistema e q a energia perdida ou absorvida na forma de calor.

$$w = - P\Delta V \quad (3)$$

onde:

P = pressão externa sobre o gás

ΔV = variação de volume do gás observada durante o processo

A equação (2) representa o enunciado matemático da Primeira Lei da Termodinâmica que pode ser expressa conceitualmente da seguinte forma: A energia interna de um sistema isolado é constante (ATKINS, 2018).

De acordo com a Primeira Lei da Termodinâmica qualquer variação de energia do sistema precisa ser explicada através das variações de calor e trabalho. Quando uma transformação acontece sem que haja variação de volume não há trabalho envolvido na mesma, pois $\Delta V = 0$, e a variação da energia interna, neste caso, é igual ao calor recebido ou perdido a volume constante, e a equação da variação da energia interna se reduz na equação (4) (TRIGUEIROS, 2017, p.23):

$$\Delta U = q_v \quad (4)$$

Onde q_v significa calor a volume constante.

Quando a transformação acontece com variação de volume e a pressão constante a equação torna-se:

$$\Delta U = q_p - P \Delta V \quad (5)$$

onde q_p é calor a pressão constante,

Essa expressão pode ser reescrita da seguinte forma:

$$U_2 + PV_2 = q_p + U_1 + PV_1 \quad (6)$$

Neste caso surge a necessidade de incluir-se uma nova variável nesta análise, uma função de estado chamada de Entalpia, representada pela letra 'H':

$$H = U + PV \quad (7)$$

Onde PV é o produto da pressão pelo volume.

Ao aplicarmos a definição da entalpia, equação 7, na equação 6 teremos:

$$\Delta H = q_p \quad (8)$$

Assim é possível demonstrar que a variação da entalpia, ΔH , de um sistema que passa por uma transformação finita a pressão constante é igual ao calor fornecido ou retirado do sistema.

A conclusão expressa na equação (8) é de extrema importância para a química, pois nos permite compreender o calor gerado ou absorvido nas transformações químicas que ocorrem sob pressão constante, e a este estudo damos o nome de Termoquímica. Retomando o poder calorífico dos combustíveis, conceito inicial de nossa discussão, podemos associar esta energia liberada pelo processo de combustão à variação da entalpia associada à respectiva reação química. Além disso, a Entalpia é uma propriedade extensiva da matéria, ou seja, depende da quantidade da mesma e permite, a partir das correlações termoquímicas, prever o calor gerado ou absorvido, por exemplo, por uma determinada quantidade de um combustível em massa ou em volume.

4 BASES PEDAGÓGICAS DESTE PRODUTO

Para que o leitor possa compreender melhor algumas das escolhas feitas durante a elaboração da proposta aqui apresentada e também para possa maximizar o aproveitamento da mesma, faz-se necessária uma breve apresentação das bases pedagógicas que norteia este material. Com relação à filosofia adotada este trabalho se baseia nos conceitos da Alfabetização Científica (AC) e da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Já do ponto de vista metodológico o mesmo adota o formato de Sequência didática (SD) baseada no princípio dos Três momentos pedagógicos (3MP). Vejamos então o que significam estes termos.

Alfabetização Científica (AC)

Sob o ponto de vista de Chassot (2011, p.55), o objetivo principal que responde à questão “por que ensinar ciências?”, assim como qualquer outro conteúdo curricular, é a responsabilidade de “[...] procurar que nossos estudantes e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos.[...]”. Dessa forma Chassot defende um fazer educação que permita aos estudantes tornarem-se agentes de transformações positivas no mundo, justificando a interligação do conceito de alfabetização científica à uma proposta de promoção de cidadania.

Aprofundando a leitura sobre o conceito de alfabetização científica, este mesmo autor a define, inicialmente, como “[...] o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem. [...]”. Mas o próprio autor propõe que esta perspectiva ainda é reduzida em face daquilo que realmente almeja-se em termos de formação cidadã e complementa esta definição defendendo que é desejável que “não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo, e transformá-lo para melhor.” (CHASSOT, 2011, p.62)

No terceiro capítulo do livro “Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação”, intitulado ‘buscando um ensino menos apolítico’, Chassot (2011, p.99) discute-se as características de uma alfabetização científica e, para tal, levanta e responde três questões que considera fundamentais: Por que ensinar Ciência? O que ensinar de Ciência? E Como ensinar Ciência? Com estas perguntas o autor nos leva a uma reflexão, guiada pelo viés discutido anteriormente, aumentando a compreensão do leitor acerca da sua concepção de Alfabetização Científica. Para a primeira pergunta, uma resposta simples com a qual já havíamos nos deparado anteriormente, “[...] fazer do ensino de Ciências uma linguagem que facilite o entendimento do mundo pelos alunos e alunas. [...]”. A resposta da segunda questão Chassot nos traz de maneira indireta,

colocando-a como consequência da primeira e sinalizando que a maior parte do que se ensina hoje presta-se mais para atividades de memorização do que para entender os fenômenos naturais. Para responder à terceira indagação somos conduzidos a uma análise de cinco características marcantes que precisam ser combatidas por impedirem que se alcance a formação de cidadãos críticos. A proposta é que devemos:

1) deixar de fazer um ensino asséptico, e sim vinculá-lo cada vez mais com a realidade dos alunos e professores; 2) esforçar-nos para migrar do abstrato para uma realidade mais concreta, mostrando um mundo mais real numa linguagem mais inteligível; 3) aprender a sermos menos dogmáticos para conseguirmos trabalhar com incertezas; 4) não tratar os conhecimentos de uma maneira a-histórica, garimpando mais nos rascunhos do passado, e 5) transformar as nossas avaliações ferreteadoras em atividades nas quais haja participação dos estudantes, não se considerando apenas o produto final, mas também o processo. (CHASSOT, 2011, p.104-105).

Abundagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

Santos e Mortimer (2002), ao nos apresentarem o desenrolar dos pressupostos teóricos da abordagem CTSA no contexto nacional, indicam que, a partir da década de sessenta, ganha força no mundo inteiro, a concepção de que os conteúdos científicos devam ser abordados em conjunto com seu contexto social. Surge daí a necessidade de organizar currículos escolares que deem conta de formar o cidadão em ciência e tecnologia, “auxiliando o estudante a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões” (SANTOS, 2007. p.2)

Enquanto características dos currículos com ênfase CTS, são indicadas por Roberts (1991, p.3 apud SANTOS; MORTIMER, 2002):

- (i) ciência como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais;
- (ii) sociedade que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia;
- (iii) estudante como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e
- (iv) professor como aquele que desenvolve o conhecimento de e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões.

e ainda por Bybee (1987, p.3 apud SANTOS; MORTIMER, 2002):

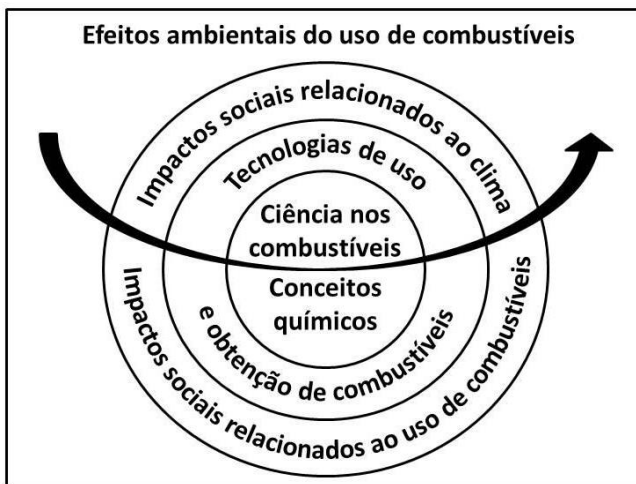
- (i) a apresentação de conhecimentos e habilidades científicas e tecnológicos em um contexto pessoal e social;

- (ii) a inclusão de conhecimentos e habilidades tecnológicos;
- (iii) a ampliação dos processos de investigação de modo a incluir a tomada de decisão
- (iv) a implementação de projetos de CTS no sistema escolar.

Em síntese Bybbe (1987 apud SANTOS; MORTIMER, 2002) sinaliza que o objetivo central da educação CTS no ensino médio é promover a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos e que, para tal, três metas devem ser perseguidas: a aquisição de conhecimentos, a utilização de habilidades e o desenvolvimento de valores.

Glen Aikenhead (1994) indica que o conteúdo CTS, por si só, define uma sequência natural de organização da metodologia de ensino que permite o aproveitamento mais efetivo da ação. Segundo este autor uma abordagem CTS parte da sociedade, de uma questão proposta que exige posicionamento do estudante. Para compreender a questão apresentada é necessário que uma aplicação tecnológica seja debatida, mesmo que de maneira superficial. Por sua vez, a compreensão do funcionamento da aplicação tecnológica exige a operacionalização de conceitos científicos, que permitirão retornar à questão tecnológica com maior grau de consciência acerca de seu uso. Por fim retorna-se à questão inicial munido dos elementos necessários para uma tomada de decisão consciente sobre a mesma. Com o passar do tempo soma-se a essa perspectiva a importância da abordagem das questões ambientais ao contexto do ensino e surge assim a abordagem CTSA, como evolução da proposta inicial. Com base nessas ideias e no trabalho realizado, propomos uma representação para esta abordagem na figura 3.

Figura 3 – Percurso metodológico CTSA adaptado à SD produzida.



Sequência Didática (SD) e Três Momentos Pedagógicos (3MP)

Optou-se por utilizar neste trabalho a confecção e aplicação de uma sequência didática (SD) baseada na proposta dos três momentos pedagógicos (3MP) de Delizoicov, Angoti e Pernambuco (2002). Segundo este modelo as atividades são planejadas de acordo com três momentos, cada qual com uma característica própria, sendo eles: problematização inicial; organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. No primeiro momento são apresentados fatos e questões relacionados ao cotidiano dos estudantes, essas questões, mais do que contextualizadoras, devem permitir aos estudantes identificar que não conseguem explicar de maneira correta ou completa algumas situações do seu dia-a-dia por não dominarem os conhecimentos científicos pertinentes. No segundo momento o professor atua fornecendo ao estudante os instrumentos necessários para a compreensão dos fenômenos a partir da discussão com conteúdos científicos/técnicos que emergem do tema inicial. Já no terceiro momento os conhecimentos adquiridos no segundo momento são utilizados para a explicação da questão inicial, assim como sua extrapolação para outros casos parecidos.

Julgamos esta metodologia a mais adequada para nosso projeto, pois coaduna à proposta de educação CTS indicada por Aikenhead (1994) que indica que idealmente uma abordagem CTS deve partir de um tema originado nas questões sociais, buscar a compreensão das tecnologias que estão relacionadas a este problema e, para compreendê-la, busca os conceitos científicos necessários, por fim o caminho de retorno é feito, retomando as tecnologias envolvidas e à explicação da questão inicialmente proposta.

5 APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Passamos agora à apresentação da SD propriamente dita. O quadro 1 apresenta a estrutura geral da mesma.

Quadro 1 – Estrutura da SD

Título:	Combustível Fóssil ou Renovável: Qual deles é mais recomendável?	
Tema:	Combustíveis	
Subtemas:	<ul style="list-style-type: none"> - Efeito estufa e as possíveis causas do aquecimento global; - Ciclo biogeoquímico do carbono; - Combustível fóssil e combustível renovável; - Reação de combustão, aspectos gerais; - Entalpia de combustão; - Refino de petróleo e separação de frações comerciais; - Reação de transesterificação para produção de biodiesel; - Legislação brasileira de combustíveis: teor obrigatório de biodiesel no diesel e de álcool na gasolina; - Relação entre a transformação da matéria em energia (termoquímica) - Determinação do poder calorífico de diferentes combustíveis; - Análise textual; - Características de textos utilizados em argumentação jurídica; - Seleção e escolha de dados e informações; - Composição de texto argumentativo; - Seleção e escolha de combustíveis para uso; 	
Objetivo geral:	Desenvolver a compreensão integrada dos aspectos científicos, tecnológicos, sociais, ambientais e econômicos relacionada ao tema combustíveis, proporcionando uma aprendizagem contextualizada da química dos combustíveis com vistas à promoção da alfabetização científica.	
Planejamento		
Aula	Objetivos específicos	Atividades desenvolvidas
1	- Diagnosticar o conhecimento prévio sobre combustíveis e sua relação com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.	- Aplicação de questionário diagnóstico - PARA CASA: Vídeo documentário: “Terra: existe um futuro?” – temática: efeito estufa, problemas ambientais e sua relação com a queima de combustíveis;
2	-Reconhecer impactos ambientais do uso de combustíveis fósseis;	- discussão sobre o vídeo (trechos selecionados com aproximadamente 20 min); - causas antropogênicas e naturais do efeito estufa; - definição dos conceitos apresentados, retomando as respostas dadas no questionário diagnóstico;
3	-Identificar fatores econômicos, científicos, sociais, tecnológicos e ambientais, relacionados à obtenção e uso dos combustíveis;	- Leitura e discussão de matérias de jornal; - Discussão sobre precificação de combustíveis, mercado do petróleo, política públicas que afetam o setor de combustíveis e energia (matérias sobre a crise dos combustíveis de 2018);
4	- Conhecer o principal ciclo energético existente em nosso planeta.	- Aula expositiva sobre ciclo biogeoquímico do carbono;
5	- Associar a composição química dos combustíveis à	- Aula expositiva sobre reações de combustão e termoquímica (Entalpia)

	Energia produzida por eles.	
6	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer o processo de transformação de óleos e gorduras em combustível; - Conhecer a legislação brasileira relacionada ao biodiesel; 	- Aula sobre biodiesel;
7	- Conhecer o processo de obtenção de combustíveis a partir do petróleo;	- Aula sobre exploração e refino de petróleo;
8	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar os conceitos, previamente estudados, sobre soluções e métodos de cálculo de suas concentrações para compreender a legislação que define o teor obrigatório de álcool adicionado à gasolina; - Comparar resultados experimentais com dados teóricos ou padrões; 	<ul style="list-style-type: none"> - Experimento realizando a separação e quantificação do álcool presente na gasolina; - Produção de laudo expressando o resultado da prática realizada;
9	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer a existência da relação entre matéria e energia; - Identificar a dependência entre quantidade de energia liberada e quantidade de matéria transformada; 	<ul style="list-style-type: none"> - Experimento de determinação e comparação do poder calorífico de diferentes combustíveis; - Produção de laudo expressando o resultado da prática realizada;
10	<ul style="list-style-type: none"> - Exercitar a capacidade de interpretação textual crítica; - Coletar informações pertinentes dentro do texto; - Aprender a reconhecer e elaborar textos argumentativos com característica legalistas; 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação da situação problema a ser resolvida a partir de uma consulta popular; - Introdução à construção de argumentações com características jurídicas;
11	<ul style="list-style-type: none"> - Aprender a selecionar dados e argumentos relevantes; - Construir argumentação utilizando dados e linguagem científica; 	- Aprofundamento e análise do texto argumentativo das partes envolvidas na consulta;
12	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar os conteúdos e informações trabalhados durante a SD; - Construir argumentação utilizando dados e linguagem científica; 	- Júri simulado;
13	- Avaliação final.	<ul style="list-style-type: none"> - Debate coletivo para avaliação da SD por parte dos alunos. - reaplicação do questionário diagnóstico.

A seguir passaremos a uma apresentação mais detalhada de cada aula da sequência didática e as atividades relacionadas às mesmas.

COMBUSTÍVEL FÓSSIL OU RENOVÁVEL: QUAL DELES É O MAIS RECOMENDÁVEL?

AULA 1 – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Tempo estimado: 55 minutos

Atividades: apresentação da SD e preenchimento do questionário diagnóstico

Objetivo: dar ciência aos alunos das características gerais da metodologia a ser desenvolvida e avaliar o conhecimento prévio dos alunos acerca do tema combustíveis e sua relação com aspectos tecnológicos, sociais, econômicos e ambientais.

Descrição: Iniciar a aula explicando aos alunos, em linhas gerais, como será desenvolvida a metodologia e a forma de avaliação durante a mesma. Esta etapa da aula deve durar aproximadamente 20 minutos. Em seguida solicitar aos alunos que respondam ao questionário diagnóstico da SD (ANEXO I). Esta etapa deve dura aproximadamente 30 minutos. Ao final da aula entregar aos alunos o questionário sobre o documentário “Terra: Existe um futuro?”, juntamente com a indicação do link do mesmo, e pedir aos alunos que assistam ao documentário e respondam as questões propostas (ANEXO III).

COMBUSTÍVEL FÓSSIL OU RENOVÁVEL: QUAL DELES É O MAIS RECOMENDÁVEL?

AULA 2 – COMBUSTÍVEIS E O MEIO AMBIENTE

Tempo estimado: 55 minutos

Atividades: Debate sobre o documentário.

Objetivos: Definição dos principais conceitos apresentados ligados à combustíveis.

Descrição: Promover um debate com os alunos acerca do documentário, retomando as respostas apresentadas por eles no questionário diagnóstico e às informações solicitadas no questionário. Sugere-se alternar o debate com a exibição dos trechos selecionados para debate (anexo II). Ao final da aula deve-se solicitar que os alunos tragam, para a próxima aula, matérias de jornal, revista, internet, etc. que tenham combustíveis como tema principal.

COMBUSTÍVEL FÓSSIL OU RENOVÁVEL: QUAL DELES É O MAIS RECOMENDÁVEL?

AULA 3 – COMBUSTÍVEIS, ECONOMIA, SOCIEDADE E TECNOLOGIA

Tempo estimado: 55 minutos

Atividades: Debate sobre matérias de jornal, revista, internet, etc.

Objetivos: Identificar aspectos econômicos, sociais, ambientais e tecnológicos relacionados à obtenção e ao uso de combustíveis; conhecer aspectos da matriz energética e da matriz veicular, tanto em nível nacional quanto internacional.

Descrição: A partir das matérias de jornal promover um debate sobre como os combustíveis influenciam no cotidiano dos cidadãos e como interferem no preço dos bens e serviços consumidos. Sugere-se convidar o professor de geografia para participar desta aula.

COMBUSTÍVEL FÓSSIL OU RENOVÁVEL: QUAL DELES É O MAIS RECOMENDÁVEL?

AULA 4 – Ciclo BioGeoQuímico do carbono

Tempo estimado: 55 minutos

Atividades: aula expositiva

Objetivo: Conhecer o principal ciclo energético existente em nosso planeta; Diferenciar combustíveis fósseis e combustíveis renováveis.

Descrição: aula expositiva apresentando o ciclo BioGeoQuímico do carbono, seus reservatórios e características e a circulação de matéria e energia através do mesmo. O anexo IV traz um material preparado com os conceitos fundamentais a esta aula.

COMBUSTÍVEL FÓSSIL OU RENOVÁVEL: QUAL DELES É O MAIS RECOMENDÁVEL?

AULA 5 – A química dos combustíveis e suas transformações

Tempo estimado: 55 minutos

Atividades: aula expositiva

Objetivo: Associar a composição química dos combustíveis à energia produzida em sua transformação.

Descrição: Nesta aula devem ser abordados os conceitos de reação de combustão e, de maneira introdutória, a relação entre matéria e energia através da termoquímica (ANEXO IV).

COMBUSTÍVEL FÓSSIL OU RENOVÁVEL: QUAL DELES É O MAIS RECOMENDÁVEL?

AULA 6 – Um pouco da química dos Biocombustíveis

Tempo estimado: 55 minutos

Atividades: Aula expositiva

Objetivo: conhecer o processo de transformação de óleos e gorduras em biocombustíveis.

Descrição: Nesta aula serão apresentadas a reação de transformação de óleos e gorduras em biodiesel, e as principais fontes de matéria prima utilizadas nesse processo (ANEXO V).

COMBUSTÍVEL FÓSSIL OU RENOVÁVEL: QUAL DELES É O MAIS RECOMENDÁVEL?

AULA 7 – Um pouco da Química do petróleo

Tempo estimado: 55 minutos

Atividades: Aula expositiva

Objetivo: conhecer o processo de obtenção de combustíveis a partir do petróleo.

Descrição: Nesta aula serão apresentados o método de obtenção do petróleo bruto e seu tratamento para a separação das diversas frações que o compõem (ANEXO VI).

COMBUSTÍVEL FÓSSIL OU RENOVÁVEL: QUAL DELES É O MAIS RECOMENDÁVEL?

AULA 8 – Determinação do teor de etanol na gasolina

Tempo estimado: 55 minutos

Atividades: Aula experimental

Objetivo: identificar e quantificar a presença de etanol na gasolina; Aplicar os conhecimentos a cerca de concentração das soluções e seu cálculo; comparar resultados experimentais com valores de referência e emitir parecer baseado na análise.

Descrição: Esta aula deve acontecer, preferencialmente, em laboratório. O roteiro experimental é dividido em duas etapas, o pré teste e a determinação do teor de etanol em amostra comercial de gasolina. A execução desta atividade se dá de acordo com laudo apresentado no anexo VII. O laudo foi organizado de maneira a ser um roteiro de prática, sendo necessário apenas acompanhar e auxiliar os alunos na execução da tarefa. Sugere-se a leitura prévia do roteiro com a turma antes do início da prática.

COMBUSTÍVEL FÓSSIL OU RENOVÁVEL: QUAL DELES É O MAIS RECOMENDÁVEL?

AULA 9 – Determinação do poder calorífico dos combustíveis

Tempo estimado: 55 minutos

Atividades: Aula experimental

Objetivo: medir o poder calorífico de diferentes combustíveis e comparar seus valores;

Descrição: Esta aula deve acontecer em laboratório. Cuidado, nesta aula os alunos manipularão combustíveis e fogo!!! Todo o cuidado deve ser tomado, verifique antecipadamente se os extintores de incêndio estão em condições de uso. O anexo VIII traz o modelo de relatório colaborativo utilizado nesta aula. O roteiro deve ser lido previamente com os alunos e posteriormente preenchido. Assim como para a atividade anterior o próprio relatório da prática já traz o roteiro das atividades a serem desenvolvidas. O professor pode reproduzir a as tabelas de dados no quadro e pedir para que os aluno insiram os dados de seus grupo nas mesmas, afim de socializar os resultados e permitir a análise solicitada nas questões propostas no roteiro.

COMBUSTÍVEL FÓSSIL OU RENOVÁVEL: QUAL DELES É O MAIS RECOMENDÁVEL?

AULA 10 – O problema do Decreto!

Tempo estimado: 55 minutos

Atividades: apresentação da situação problema a ser resolvida; aula sobre características básicas de textos utilizados em argumentação jurídica;

Objetivo: exercitar a capacidade de interpretação textual; coletar informações relevantes no texto; aprender a elaborar textos argumentativos com características legalistas;

Descrição: Esta aula deve ser iniciada pela leitura da situação problema apresentada no anexo IX. Após a leitura da mesmo o professor deve apresentar aos alunos o modelo de petição inicial disponível no anexo X e discutir com os mesmos como preencher o mesmo. Por fim o professor deve orientar a turma na divisão e organização dos grupos para execução da tarefa e sortear o posicionamento de cada grupo (a favor ou contra a liberação de uso de combustíveis fósseis) de acordo com as orientações contidas na situação problema. Os alunos devem ser instruídos a pesquisar maiores informações sobre o tema, guiados pelas atividades realizadas ao longo das aulas anteriores e iniciarem a montagem de seus textos.

COMBUSTÍVEL FÓSSIL OU RENOVÁVEL: QUAL DELES É O MAIS RECOMENDÁVEL?

AULA 11 – Montando argumentações

Tempo estimado: 55 minutos

Atividades: montagem dos textos a serem apresentados no júri popular

Objetivo: aprender a selecionar dados e argumentos relevantes; construir argumentação utilizando-se de dados e linguagem científica;

Descrição: Nesta aula os alunos devem apresentar ao professor os esboços de suas argumentações para que o mesmo possa identificar problemas na forma de organização do mesmo e, também, contribuir com sugestões ou críticas aos textos apresentados. Os alunos devem ser instruídos a finalizar os textos em casa e entregar os mesmos, impressos, na próxima aula.

COMBUSTÍVEL FÓSSIL OU RENOVÁVEL: QUAL DELES É O MAIS RECOMENDÁVEL?

AULA 12 – O julgamento dos combustíveis!

Tempo estimado: 55 min

Atividades: realização do júri simulado

Objetivo: revisar os conteúdos e informações abordados durante a SD; construir argumentação utilizando dados e linguagem científica;

Descrição: A preparação para esta aula inicia-se com o convite de professores para comporem o júri do tribunal. A sala deve ser organizada de maneira que o júri fique de um lado da sala de aula, sentado de frente para o professor da turma, que atuará como juiz, ficando este do lado oposto da sala de aula. Em seguida o juiz deve abrir as inscrições de fala, convidando os grupos a elegerem um representante para proferir suas argumentações, cada grupo deve apresentar, pelo menos um orador para participar desta etapa do julgamento. Em seguida o Juiz deve definir o tempo de fala disponível a cada orador e conceder a fala a cada um deles, de maneira alternada entre representantes do Ministério Público (pró combustíveis fósseis) e representantes da Procuradoria Municipal (contra combustíveis fósseis). Ao fim da fala de todos os oradores, o juiz deve abrir inscrição para as deliberações finais, etapa na qual apenas um representante de cada posicionamento poderá falar. Ao final das considerações finais o juiz deve pedir ao júri que se retire para deliberar e dar seu veredito. Com o retorno do júri o juiz lê a decisão tomada por este e divulga o resultado do processo aos alunos.

COMBUSTÍVEL FÓSSIL OU RENOVÁVEL: QUAL DELES É O MAIS RECOMENDÁVEL?

AULA 13 – AVALIAÇÃO FINAL

Tempo estimado: 55 minutos

Atividades: preenchimento do questionário final da SD; avaliação coletiva dos resultados da SD;

Objetivo: coletar dados para a comparação entre o perfil de respostas inicial e final; identificar pontos fortes e pontos fracos da SD e receber dos alunos e dar aos mesmos a devolutiva sobre a experiência durante a SD.

Descrição: Esta aula inicia-se com uma roda de conversa na qual os alunos devem relatar suas dificuldades e ganhos durante sua participação na SD, o professor deve fazer o mesmo, compartilhando sua percepção com os alunos. Esta etapa da aula deve durar cerca de 20 minutos. Após a roda de conversa o professor deve solicitar aos alunos que respondam ao questionário final da SD.

6 NOSSA EXPERIÊNCIA NA APLICAÇÃO DA SD.

Falaremos agora um pouco sobre a nossa experiência com a aplicação da SD produzida e os resultados obtidos com ela. Nos anexos deste guia disponibilizaremos a estrutura da SD e materiais auxiliares para sua implementação. É importante frisar que a SD disponibilizada é o resultados de um processo de elaboração, avaliação e reelaboração, sendo apresentado aqui o produto final deste processo, você também poderá adaptar a SD a sua realidade e necessidade específica caso sinta necessidade.

Primeira aula - Apresentações

A aplicação da SD iniciou-se no dia 17 de Abril de 2019, com a apresentação da proposta aos alunos, uma breve exposição da estrutura da SD e como funcionaria seu desenvolvimento. Os alunos foram claramente informados de que a atividade era parte da metodologia aplicada às aulas no trimestre e não uma atividade paralela, que todos seriam avaliados através das respostas e materiais produzidos durante as aulas e teriam respeitado seu acesso à pontuação designada para atividades diversificadas do trimestre. Foi esclarecido que a concessão para o uso dos materiais por eles produzidos não era obrigatória, que todos estariam envolvidos nas tarefas da SD e que, aqueles que optassem por não ceder suas resposta à pesquisa não sofreriam qualquer tipo de penalização com relação à nota e que suas respostas não seriam consideradas como dados para esta pesquisa. Em Ambas as turmas houve adesão integral à concessão das respostas para a pesquisa e os alunos se mostraram bastante interessados e estimulados pela proposta. Esta aula foi realizada no laboratório de informática e, após a explanação inicial, os alunos receberam os links dos formulários digitais referentes ao termo de consentimento livre e esclarecido e do questionário diagnóstico. O procedimento se repetiu igualmente para as duas turmas e um total de 63 alunos responderam aos formulários citados. No desenvolvimento desta etapa com a primeira turma, problemas relacionados ao acesso à internet atrasaram um pouco o início da atividade de resposta aos questionários, mas todos os alunos contaram com, pelo menos, 30 min para o preenchimento dos mesmos. Foram feitos registros fotográficos desta aula.

O questionário diagnóstico (Anexo I) foi formulado de maneira a avaliar a compreensão dos alunos acerca dos tópicos contemplados na SD, procurando-se incluir conhecimentos sobre os aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais envolvidos no tema, assim como avaliar os conhecimentos conceituais pertinentes à química.

Foto 1 – Alunos no laboratório de informática respondendo ao questionário diagnóstico da SD.



Fonte: (o autor, 2019).

Segunda aula – ‘Combustíveis no cenário sócioeconômico’

No dia 23/04 aconteceu a aula seguinte, onde as questões socioeconômicas e ambientais, levantadas no questionário diagnóstico, foram retomadas através da exibição de trechos selecionados do documentário escolhido, intitulado “Terra: Existe um futuro?”, produzido pelo Discovery Channel (Anexo II). Após a exibição de cada trecho selecionado houve um breve diálogo com a turma, discutindo os dados apresentados e reforçando os pontos abordados no questionário diagnóstico. Nesta aula foi feita também uma demonstração mais calma da sala de aula virtual a ser usada durante a sequência didática, uma vez que na aula anterior os problemas de conexão acabaram atrapalhando a dinâmica planejada. Ao fim desta aula e da apresentação do ambiente virtual de aprendizagem (AVA), os alunos foram instruídos para a realização de atividade extra classe (Anexo III), disponível na plataforma.

Terceira aula – ‘Combustíveis na matriz energética’

Esta aula foi baseada no material apresentado pelo professor. O foco da aula foi a avaliação da presença dos combustíveis na matriz energética nacional e sua comparação com dados da matriz energética mundial, os dados apresentados foram retirados de relatórios anuais da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (ANP, 2018) e da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (EPE, 2018). Esta aula teve característica predominantemente expositiva.

Quarta aula – ‘Ciclo BioGeoQuímico do Carbono’

A quarta aula da SD foi realizada no dia 03/05, as turmas foram reunidas no auditório da escola e a aula expositiva sobre ciclo BioGeoQuímico do carbono, combustíveis e combustão (Anexo IV) foi realizada no auditório da escola. A aula teve duração aproximada de 2h e 30min.

Quinta aula – ‘Petróleo e Biodiesel: as características de diferentes combustíveis’

A quinta aula da SD aconteceu no dia 07/05/2019, para esta aula novamente as turmas foram reunidas no auditório da escola, tendo a aula acontecido simultaneamente em ambas as turmas. Foram realizadas duas palestras, uma sobre Biodiesel (Anexo V) e outra sobre Petróleo (Anexo VI), proferidas respectivamente pelas professoras Denise Roco de Sena, doutora em química, e Verônica Santos de Moraes, mestre em química, ambas docentes do IFES, campus Vila Velha. As fotos 2, 3 e 4 foram registradas durante esta aula.

Foto 2 - palestra sobre Petróleo proferida pela professora Verônica Moraes.



Fonte: (o autor, 2019).

Durante estas palestras, que também tiveram duração total aproximada de 2h e 30min, os alunos se mostraram bastante interessados, fizeram perguntas e ficaram bastante empolgados em manipular as amostras de petróleo trazidas pela professora palestrante. As palestrantes também manifestaram ao professor-pesquisador sua satisfação com a atenção e interatividade dos alunos durante as palestras.

Foto 3 – professora Denise Sena proferindo palestra sobre Biodiesel.



Fonte: (o autor, 2019).

Foto 4 – alunos assistindo a palestra sobre Biodiesel.



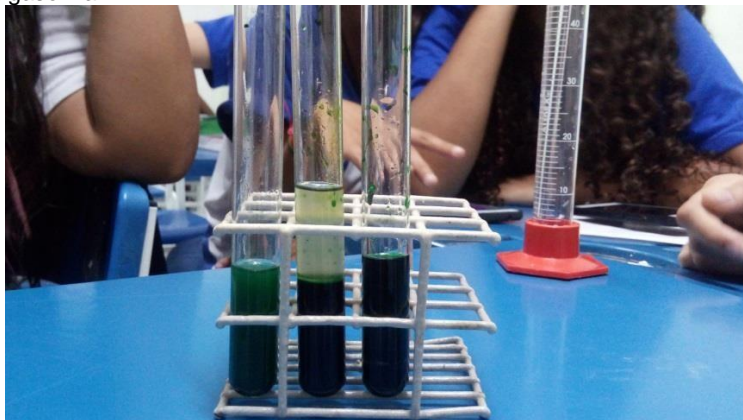
Fonte: (o autor, 2019).

Sexta aula – ‘determinação do teor de álcool na gasolina’

A sexta aula da SD foi realizada no dia seguinte às palestras proferidas pelas professoras do IFES, no dia 08/05. Esta aula foi realizada no laboratório de ciências da escola. Os alunos receberam o roteiro da prática (Anexo VII), foi feita a leitura guiada do mesmo e sanadas as dúvidas apresentadas. Juntamente com o roteiro da aula foi disponibilizada aos alunos cópia da resolução ANP 30/2015, com as devidas alterações dadas pela portaria 709/2017, que define as especificações para a gasolina automotiva vendida no Brasil, incluindo o teor obrigatório de etanol anidro adicionado à mesma. Na sala de aula

virtual foi disponibilizado o artigo “Explorando a química na determinação do teor de álcool na gasolina” (DAZZANI, et al, 2003), utilizado como referência para a preparação desta aula. Os alunos demonstraram grande interesse no desenvolvimento de tal atividade, debateram intensamente durante as etapas, fizeram registros fotográficos e em vídeo e criticaram duramente o fornecedor das amostras que estavam fora da faixa permitida. Sobre as amostras usadas é importante esclarecer que foram adulteradas pelo próprio professor-pesquisador durante a preparação da aula para que pudesse ser feito o debate sobre os diferentes resultados. A amostra original, obtida em posto autorizado apresentava o teor de 26% de etanol. A foto 5 foi feita por um aluno durante a execução desta atividade.

Foto 5 - registro feito, pelos alunos, dos tubos de pré-teste na prática de determinação de etanol na gasolina.



Fonte: (o autor, 2019).

Sétima aula – ‘determinando o poder calorífico dos combustíveis’

A sétima aula da SD foi realizada na semana seguinte, no dia 14/05/2019. Como as mesas disponíveis são do tipo carteira e a ventilação natural no laboratório não é eficiente, optou-se por realizar a atividade experimental nas mesas do refeitório, que fica no pátio da escola, em área aberta, mas com cobertura. Foram dispostos seis kits de experimento em mesas distintas, com a possibilidade de até 8 alunos por grupo de trabalho. Para esta prática foram utilizados os combustíveis etanol, gasolina e querosene, de modo que o experimento fosse realizado em duplicata para cada combustível. Para esta aula os alunos receberam instruções orais sobre a prática a ser realizada (estas instruções constam na parte experimental do relatório, disponibilizado no anexo IX), antes do início da aula, nas quais foram indicados os dados a serem registrados para posterior preenchimento do relatório colaborativo. O artigo intitulado “Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o ensino de química” (KIOURANIS; SILVEIRA; 2017), usado como referencial para esta aula, também foi disponibilizado para os alunos pela sala de aula virtual. Foram feitos registros fotográficos durante a aula.

Foto 6 - alunos realizando o experimento de determinação do poder calorífico dos combustíveis.



Fonte: (o autor, 2019).

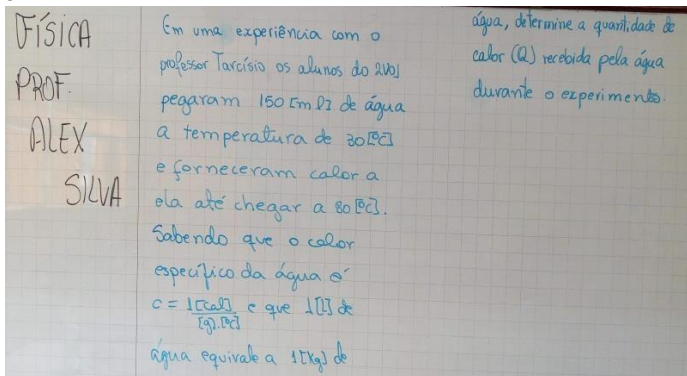
Foto 7 - aluno realizando medida de massa durante o experimento de determinação do poder calorífico dos combustíveis.



Fonte: (o autor, 2019).

Imediatamente após a realização do experimento o professor de física, que daria aula em ambas as turmas no mesmo dia, levou os alunos para a sala de aula e passou um exercício, apresentado na foto 10.

Foto 9 - exercício proposto pelo professor de física para cálculo do calor latente absorvido pela água durante a realização do experimento de determinação do poder calorífico dos combustíveis.



Fonte: (o autor, 2019).

No exercício sugerido pelo professor de física os alunos deveriam calcular a quantidade de calor absorvido pela água durante este experimento, uma vez que nas aulas anteriores ele já havia introduzido o conceito de calores latente e calor sensível, assim como as expressões matemáticas usadas para o cálculo dos mesmos. Este exercício demonstra uma das diversas oportunidades de abordagem interdisciplinar promovidas pela SD construída. Com esta abordagem conjunta espera-se minimizar o impacto do trabalho com conceitos que, muitas vezes, se mostram complexos na compreensão dos alunos, além disso, permite uma visão cada vez mais integrada dos conteúdos e conceitos estudados em diferentes disciplinas.

O relatório (Anexo VIII) foi construído pelo professor-pesquisador em uma planilha eletrônica do Google®, que foi compartilhada com os alunos, através da sala de aula virtual, para preenchimento on-line, de modo que fosse disponibilizado a todos o acesso aos dados dos demais grupos. O preenchimento da planilha foi realizado, pelos alunos, fora do horário de aula. A resolução da questão proposta pelo professor de física, foi apresentada dentro do tópico de análise de resultados do relatório.

Oitava aula – ‘o início do fim: apresentação da proposta de culminância’

A aula seguinte da SD aconteceu no dia 15/05/2019, no laboratório de informática da escola. Esta aula iniciou-se com uma breve discussão sobre os resultados da atividade experimental da aula anterior, sanando dúvidas dos alunos sobre o preenchimento do relatório digital e comparando os poderes caloríficos obtidos. Após a discussão sobre a aula anterior, foi feita a leitura do cenário problema que iniciou a etapa final da SD (o cenário consta como anexo dentro da própria SD). Com a leitura do cenário apresentado evidenciou-se a necessidade de um conhecimento mínimo sobre a composição de textos com características legalistas. Para suprir esta necessidade os alunos tiveram uma breve aula sobre o tema com um aluno concluinte em direito que se dispôs a participar da aplicação da SD. Observa-se aqui mais uma oportunidade de abordagem interdisciplinar. A professora de Língua Portuguesa foi convidada a participar desta aula, para discutir o gênero textual dissertativo argumentativo, mas a mesma não pode estar presente e, além

disso, ela informou que só iniciaria a discussão deste conteúdo com as turmas no trimestre seguinte. Mesmo não tendo sido concretizada, neste caso, torna-se evidente a possibilidade de integração entre as disciplinas de Química e Língua Portuguesa nesta atividade.

Após a discussão sobre a aula anterior, foi feita a leitura do cenário problema que iniciou a etapa final da SD. Com a leitura do cenário apresentado evidenciou-se a necessidade de um conhecimento mínimo sobre a composição de textos com características legalistas. Para suprir esta necessidade os alunos tiveram uma breve aula sobre o tema com um aluno concluinte em direito que se dispôs a participar da aplicação da SD. Observa-se aqui mais uma oportunidade de abordagem interdisciplinar. A professora de Língua Portuguesa foi convidada a participar desta aula, para discutir o gênero textual dissertativo argumentativo, mas a mesma não pode estar presente e, além disso, ela informou que só iniciaria a discussão deste conteúdo com as turmas no trimestre seguinte. Mesmo não tendo sido concretizada, neste caso, torna-se evidente a possibilidade de integração entre as disciplinas de Química e Língua Portuguesa nesta atividade.

Novamente os alunos foram bastante atentos e fizeram várias perguntas ao palestrante, além de vários manifestarem explicitamente o interesse pela carreira do direito. Para a culminância os alunos foram instruídos a se dividirem em seis grupos contendo entre seis e oito alunos em cada um deles, a composição dos grupos foi comunicada ao professor-pesquisador em fórum específico da sala de aula virtual e, posteriormente, foram sorteados e divulgados, em resposta ao mesmo fórum que definiu os componentes de cada grupo, os posicionamentos que deveriam ser defendidos por cada grupo. Em debate com os alunos, alinhando as próximas etapas da SD, evidenciou-se que na semana seguinte, a qual estava prevista pelo cronograma inicial para a culminância da SD, haveriam feriados prolongados e que a presença dos alunos seria muito reduzida. Sendo assim a culminância da SD foi adiada em uma semana.

Nona aula – ‘preparação para o júri’

A aula nove da SD aconteceu no dia 27/05/19, com a apresentação dos textos construídos pelos alunos. A maior parte dos alunos não apresentou textos prontos, vários deles argumentaram não ter conseguido se reunir para a construção dos mesmos. Apesar das várias solicitações pelo adiamento da culminância da SD a mesma foi mantida para o dia seguinte e a aula foi dedicada à finalização dos textos argumentativos.

Décima aula – ‘juízo do processo: O povo contra a prefeitura de Godocity’

A culminância da SD, a encenação do júri popular que decidiria a contenda acerca do uso de combustíveis na cidade ficcional de Godo City, aconteceu no dia 28/05/2019. Nesta aula, por se tratar do dia destinado ao planejamento da área de Ciência da Natureza na Rede Estadual de Ensino, uma quarta-feira, contou-se com a presença de professores de Biologia, Física e Química para compor o júri e decidir o resultado da disputa. A sala foi organizada de modo que a turma se mantivesse em sua organização cotidiana, cinco cadeiras foram dispostas em um lado da sala, destinadas aos jurados, e, no lado oposto da sala, a mesa do professor foi disposta de frente para as cadeiras do júri, representando a mesa central do juiz.

Foto 11 - professores jurados assistindo às argumentações dos alunos.



Fonte: (o autor, 2019).

O júri simulado iniciou-se com o convite aos professores que adentrassem a sala para assistir aos trabalhos do dia. Após isso foi feita a leitura do processo inicial, o texto apresentado aos alunos na aula oito, ocorrida no dia 15/05/2019, foram então solicitados a se apresentarem os oradores de cada grupo, para que se procedesse o início das argumentações. Foram disponibilizados 5 (cinco) minutos de fala para cada aluno e os mesmos foram convocados para se apresentar alternadamente, de acordo com o posicionamento que defendiam – ministério público ou procuradoria municipal. Durante esta etapa do trabalho foram feitos registros fotográficos e em vídeo da apresentação dos alunos. Ao final das argumentações de todos os alunos foi aberta a inscrição de fala para as “considerações finais” de cada posicionamento, sendo concedidos também 5 (cinco) minutos para esta argumentação.

Foto 12 - aluna fazendo exposição de argumentos em defesa do Ministério Público.



Fonte: arquivos do autor.

Ao fim das considerações finais os jurados e o mediador, o professor-pesquisador, se

reuniram para deliberação e decisão do resultado. O mediador não interferiu na discussão dos jurados, apenas acompanhou e gravou a mesma, assim como se colocou a disposição para sanar dúvidas dos mesmos. Não foram definidos, pelo professor-pesquisador, critérios para a decisão dos jurados, tendo eles entrado em acordo por decidir através da qualidade argumentativa dos grupos.

Após a divulgação do resultado, mediante a insatisfação dos alunos que defenderam o ponto de vista derrotado, os alunos foram avisados que, em caso de discordância poderiam recorrer, da decisão, em segunda instância. Apesar desta apelação não estar prevista da programação da SD ela mostrou-se uma importante via de indicar aos alunos a possibilidade de reverter os resultados de uma decisão judicial, assim como reconhecer e reforçar o empenho dos alunos durante as atividades da SD. Em uma das turmas a vitória foi do grupo que fez argumentação a favor do fim do uso de combustíveis fósseis e na outra turma o júri decidiu pelo grupo que argumentava contra o uso exclusivo de biocombustíveis.

Décima primeira aula – ‘encerramento e despedida’

No dia 28/05/2019 aconteceu a última aula da SD. Esta aula foi realizada no laboratório de informática da escola e os alunos responderam ao questionário final da SD, composto das mesmas questões presentes no questionário diagnóstico, às quais foram acrescentadas as questões de avaliação para a validação a posteriori da SD. Os professores que utilizarem a SD disponibilizada deverão, nesta etapa, realizar a aplicação do mesmo questionário usado como diagnóstico. Houve um breve bate papo com os alunos, onde o professor-pesquisador agradeceu a participação de todos e esclareceu os mesmos sobre o preenchimento do questionário. Coincidentemente este dia foi o último dia de aula do professor-pesquisador como regente das turmas alvo da SD e esta aula tornou-se também uma despedida.

7 REFERÊNCIAS.

- ADUAN, Roberto Engel. **Os Grandes Ciclos Biogeoquímicos do Planeta**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/569371>>. Acesso em 04 ago. 2018.
- AIKENHEAD, Glen. **What is STS science teaching?** In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. STS education: international perspectives on reform. p.47-59. New York: Teachers College Press, 1994. Disponível em <https://www.researchgate.net/profile/Glen_Aikenhead/publication/277452265_The_Integration_of_STS_into_Science_Education/links/58a9e07592851cf0e3c6b91b/The-Integration-of-STS-into-Science-Education>. Acesso em 10 ago. 2018
- ANDRADE, Ana Maria Rodrigues; SILVA, Suzana Pedrosa da; MORAIS, Carina Siqueira; SIMÕES NETO, José Euzébio. **Júri simulado como proposta para a aborgdagem dos combustíveis no ensino fundamental**. Periódico TCHÊ QUÍMICA, vol. 13 – N 25. Porto Alegre, 2016.
- ARAÚJO, Sirlene Dias. **O projeto “Alfabetização científica no contexto da cidadania socioambiental” como contributo ao enraizamento da educação ambiental**. 2017. 278f. Dissertação (mestrado) – Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Vitória, 2017. Disponível em < > Acesso em 30 mai. 2018.
- ATKINS, Peter. **Físico-química**: volume 1; tradução e revisão técnica Edilson Clemente da Silva, Márcio José Estillac de Mello Cardoso, Oswaldo Esteves Barcia. – 10. ed. – Rio de Janeiro : LTC, 2018.; Disponível em <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521634737/cfi/6/10!/4/8/8@0:72.9>>. Acessado em 28 ago. 2018.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. **Alfabetização científico tecnológica para quê?** ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências. 2001 - V3 (1). Disponível em <<https://seer.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/8252>>. Acesso em 29 jul. 2018
- BARCELLOS, Christovam; MONTEIRO, Antonio Miguel Vieira; CORVALÁN, Carlos, GURGEL, Helen C.; CARVALHO, Marília Sá; ARTAXO, Paulo; HACON, Sandra, RAGONI, Virginia. **Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil**. Epidemiologia e Serviços de Saúde. Brasília, 18 (3): 285-304, 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issues&pid=2237-9622&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 09 set 2018.
- BRASIL, Economia e Emprego. **Governo estabelece adição de 27% de etanol na gasolina**. 2015. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/03/adicao-de-27-de-etanol-na-gasolina-e-estabelecida-pelo-governo>>. Acessado em: 17 set 2018.

_____. _____. **Percentual obrigatório de biodiesel no diesel passa para 8%**. 2017. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/03/percentual-obrigatorio-de-biodiesel-no-oleo-diesel-passa-para-8>>. Acesso em: 17 set 2018.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997. (apresentação dos temas transversais, ética).

_____. _____. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (Ensino Médio). Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 2000. (parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias).

_____. _____. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 2002. (Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias).

_____. _____. **Base Nacional Comum Curricular**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 2018. (Ensino Médio).

CARVALHO, Joaquim Francisco de. **Combustíveis fósseis e insustentabilidade**. Ciência e Cultura. vol. 60, nº. 3. São Paulo: SBPC, 2008. Disponível em <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252008000300011&script=sci_arttext>. Acesso em 06 ago. 2018

_____. **O atual modelo energético brasileiro é insustentável**. Norte Ciências. v.1, n.1. 2010. Belém do Pará: APACi, 2010. Disponível em <http://aparaciencias.org/APC_1.1.html>. acesso em 07 ago. 2018.

CARVALHO, Larissa Merizio de. **Diálogos entre educação formal e não formal no ensino médio público**: potencial pedagógico para a alfabetização científica com enfoque CTSA . 2014. 169 f. Dissertação (mestrado) – Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. Vitória, 2017. Disponível em <http://educimat.vi.ifes.edu.br/wp-content/uploads/2015/04/MPECM_-Disserta%C3%A7%C3%A3o-de-Mestrado_-Larissa-Merizio-de-Carvalho_-2014.pdf> Acesso em 07 jun. 2018.

CANIÇALI, Marcio Alessandro Fracalossi. **Análise pedagógica do Clube de Ciências como extensão escolar nos anos finais do ensino fundamental**: em busca da alfabetização científica com enfoque CSTA / Marcio Alessandro Fracalossi Caniçali. 2014. 114 f. Dissertação (mestrado) – Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. Vitória, 2014. Disponível em <http://educimat.vi.ifes.edu.br/wp-content/uploads/2015/04/MPECM_-Disserta%C3%A7%C3%A3o-de-Mestrado_-Marcio-Alessandro-Fracalossi_-2014.pdf> Acesso em 07 jun. 2018.

CHASSOT, Attico Inácio. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 5 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011. 368 p. (Coleção educação em química)

COSTA, Lorena Silva Oliveira; RIBEIRO-VILELA, Eveline Borges; OLIVEIRA, Bruna Rafaela Simões de; JESUS, Elaine Francielle. **Momentos pedagógicos no ensino de**

química: em foco a adulteração dos combustíveis. Revista Tecnê, Episteme y Didaxis: TED. 2014, número extraordinário. Memórias, Sexto Congresso Internacional sobre Formação de Professores de Ciências. Bogotá, 2014.

CRUZ, Sandra Helena da; SARTI, Danilo Augusto. **A química do açúcar.** 07 dez. 2011. Conselho Regional de Química - IV região. Disponível em <https://www.crq4.org.br/quimicaviva_acucar>. Acesso em 26 jul. 2018.

ESPARTA, A. R. J.; MOREIRA, J. R. **Redução de emissões de gases de efeito estufa na substituição de MTBE e gasolina com etanol – estudo de caso:** etanol do Brasil como aditivo à gasolina no Canadá. 2004. Disponível em: <<http://www.seeds.usp.br/pir/arquivos/congressos/CBPE2004/Artigos/REDU%C7%C3O%20DE%20EMISS%D5ES%20DE%20GASES%20E%20EFEITO%20ESTUFA%20NA%20SUBSTITUI%C7>.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2018.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria de Estado da Educação. **Guia de implementação.** Vitória: SEDU, 2009. (Currículo Básico Escola Estadual; v.02 – Ensino Médio, área de Ciências da Natureza).

GARCIA, Roberto. **Combustíveis e combustão industrial.** Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia e meio ambiente no Brasil. Estudos Avançados:** Dossiê Energia. v.21 n.59. São Paulo: USP, 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a02v2159>>. Acesso em 06 ago. 2018.

IPCC; IPCC Factsheet: **What is the IPCC?** World Meteorological Organization, 2013. Disponível em <http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/factsheets/FS_what_ipcc.pdf>. Acesso em: 09 set 2018.

_____. **Climate Change 2014 Synthesis Report Summary for Policymakers.** World Meteorological Organization, 2014. Disponível em <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>>. Acesso em 09 set 2018.

JACOBI, Pedro Roberto; GUERRA, Antonio Fernando S.; SULAIMAN, Samia Nascimento; NEPOMUCENO, Tiago; **Mudanças climáticas globais:** a resposta da educação. Revista Brasileira de Educação, v. 16, n. 46, p. 135-148, 2011. Disponível em <<http://producao.usp.br/handle/BDPI/6388>>. Acesso em: 09 set 2018.

KOTZ, Jonh C.; TREICHEL, Paul M.; TOWNSEND, Jonh R.; TREICHEL, David A. **Química geral e reações químicas.** Volume 1: tradução Noveritis do Brasil; revisores técnicos Eduardo Codaro e Heloisa Acciari. – São Paulo: Cengage Learning, 2015.

KREILEMAN, G. J. J.; BOUWMAN, A. F. **Computing land use emissions of greenhouse gases. Water, Air and Soil Pollution,** Dordrecht, v. 76, p.231-250, 1994

LAGEMANN, Virgílio. **Combustão em caldeiras industriais:** óleos e gás combustível. 1. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2016. Disponível em <<https://ifes.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788571933798/pages/1>> acesso em 06 ago. 2018.

LEITE, Rogério Cerqueira; CORTEZ, Luís Augusto Barbosa. **O etanol combustível no Brasil**. Revista Biocombustíveis no Brasil: Realidades e Perspectivas, Ministério das Relações Exteriores, 2008. Disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/etanol3_000g7gq2cz702wx5ok0wtedt3xdrmfk.pdf>. acesso em 08 ago. 2018

LEONOR, Patrícia Bastos. **Ensino por investigação nos anos iniciais**: análise de sequências didáticas de ciências sobre seres vivos na perspectiva da alfabetização científica. 2013. 190f. Dissertação (mestrado). Instituto Federal de Educação do Espírito Santo, Programa Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Vitória, 2013. Acesso em 31 mai. 2018.

LÜDKE, Menga, ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

OLIVEIRA, Flávia C.C.; SUAREZ, Paulo A.Z.; SANTOS, Wildson L.P. dos. **Biodiesel**: possibilidades e desafios. Química Nova na Escola. nº28. São Paulo: SBQ, 2008. Disponível em <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/02-QS-1707.pdf>>. acesso em 08 ago. 2018

PACHECO, Fabiana. **Energias Renováveis**: Breves conceitos. Cultura e Planejamento. Nº149. Salvador: SEI, 2006. Disponível em < http://files.pet-quimica.webnode.com/200000109-5ab055bae2/Conceitos_Energias_renov%C3%A1veis.pdf>. Acesso em 06 ago. 2018

PRECCI, Roberto Lopes, et al. **Fontes de energia para secagem**. Viçosa: UFV, 1995. Disponível em <<ftp://ftp.ufv.br/Dea/poscolheita/LIVRO%20SECAGEM%20E%20ARMAZENAGEM%20DE%20CAFE/capitulo4.pdf>>. Acesso em 07 ago. 2018

RODRIGUES, Marjorie Greice. **A aula de campo e suas potencialidades para a promoção da alfabetização científica**: um olhar além do alumbramento. 2017. 96 f. Dissertação (mestrado) – Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Vitória, 2017. Disponível em < >. Acesso em 01 jun. 2018

SANTOS, Carlos Alberto Firmino dos. **Uma perspectiva histórico-crítica da eletricidade para o ensino de ciências**: a integração de conteúdos escolares ao acervo da escola da ciência física no contexto da alfabetização científica . 2018. 181 f. Dissertação (mestrado) – Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Vitória, 2018.

SANTOS, Sérgio Martins dos. **Estudo de caso**: produção de conhecimento escolar a partir dos debates sobre poluição no Rio Doce numa perspectiva CTS/CTSA. 2017. 204 f. Dissertação (mestrado) – Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Vitória, 2017.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. **Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica**. Ciência & Ensino. Vol.1 – número especial.

2007. Disponível em
<<http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/149/120>>.
Acesso em 29 jul. 2018

_____; MORTIMER, Eduardo Fleury; **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências. V.2, Nº 2. 2002. Disponível em
<<https://seer.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/8264/6222>>. Acesso em 29 jul, 2018

SASSERON, Lucia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental**: a proposição e a procura de indicadores do processo. Investigação em Ensino de Ciências, V13(3), p.333-352, 2008.

SCHLESINGER, W. H. **Biogeochemistry**: an analysis of global change. 2nd. ed. San Diego: Academic Press, 1997. 588 p. (tenho que referenciar aqui???)

SPIRO, Thomas G.; STIGLIANI, Willian M.; **Química Ambiental**. 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. Disponível em <
https://ifes.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788576051961/pages/_5>. Acesso em: 09 set 2018.

TRIGUEIROS, Antonio. **Introdução à combustão**. Salvador, BA: Grasb, 2017

URNS, Stephen R. **Introdução à combustão**[recurso eletrônico]: conceitos e aplicações. 3 ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. Disponível em <
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580552751/cfi/1!/4/4@0.00:54.5>>.
Acesso em 08 ago. 2018

VITOUSEK, P. M. **Global environmental change**: an introduction. Annual Review of Ecology and Systematics, Palo Alto, v. 23, p. 1-14, 1992. (tenho que referenciar aqui???)

ZECCA, Antonio; CHIARI, Luca. **Fossil-fuel constraints on global warming**. Energy Policy, n. 38. 2010

ANEXOS

Anexo I – questionário Diagnóstico.

Anexo II – ficha Técnica e trechos selecionados do documentário utilizado na SD.

Anexo III – questionário sobre o documentário.

Anexo IV – slides da aula sobre Ciclo BioGeoQuímico do Carbono.

Anexo V – slides da palestra sobre Biodiesel.

Anexo VI – slides da palestra sobre Petróleo.

Anexo VII – roteiro da aula de determinação do teor de álcool na gasolina.

Anexo VIII – modelo do relatório colaborativo da aula de determinação do poder calorífico dos combustíveis.

Anexo IX – Texto de apoio – a polêmica do Decreto

Anexo X – modelo de petição inicial