

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL - PROFQUI

RAFAELA NATHALIA SANTOS DE FREITAS

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO USANDO O TEMA
BIODIESEL COM BASE NA ABORDAGEM CTS

RECIFE

2021

RAFAELA NATHALIA SANTOS DE FREITAS

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO USANDO O TEMA
BIODIESEL COM BASE NA ABORDAGEM CTS**

Dissertação apresentada à Coordenação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, na Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito necessário à obtenção do título de Mestra em Química.

Orientador: Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto

Co-orientadora: Profa. Dra. Claudia Cristina Cardoso da Silva

RECIFE

2021

- F866s Freitas, Rafaela Nathalia Santos de
Uma Sequência Didática para o Ensino Médio Usando o Tema Biodiesel com Base na Abordagem CTS / Rafaela
Nathalia Santos de Freitas. - 2021.
129 f. : il.
- Orientador: Jose Euzebio Simoes Neto.
Coorientadora: Claudia Cristina Cardoso.
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado Profissional em Química
(PROFQUI), Recife, 2021.
1. Sequência Didática. 2. Abordagem CTS. 3. Biodiesel. I. Neto, Jose Euzebio Simoes, orient. II. Cardoso,
Claudia Cristina, coorient. III. Título

FOLHA DE APROVAÇÃO

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO USANDO O TEMA BIODIESEL COM BASE NA ABORDAGEM CTS

Aprovado em: ____/____/____

Comissão Examinadora

Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

(Orientador)

Profa. Dra. Claudia Cristina Cardoso da Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

(Co-orientadora)

Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

(1º avaliador externo)

Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

(1ª avaliadora Interna)

Prof. Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Júnior

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

(2º Avaliador Interno)

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde, força e determinação para concluí-lo esta pesquisa educacional no ensino de química.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto e co-orientadora Profa. Dra. Claudia Cristina Cardoso da Silva pela dedicação e paciência na revisão da redação deste presente trabalho.

Agradeço a minha mãe Maria de Fátima S. de Freitas e ao meu pai José Orlando A. de Freitas e a todos meus familiares pela compreensão nos momentos de ausência familiar e pelo incentivo diante do cansaço e desânimo.

Agradeço aos amigos do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROQUI) e aos companheiros de trabalhos da EREM Pastor José Florêncio Rodrigues pelo incentivo na conclusão desta dissertação.

Por fim, a todos que fizeram parte na elaboração e conclusão deste presente trabalho, deixo o meu muito obrigada.

RESUMO

O ensino de Química tem como um dos princípios o desenvolvimento do conhecimento que envolve Ciência, Tecnologia e Sociedade, com a proposta de possibilitar ao aluno ter o conhecimento crítico e de atuar de maneira decisiva, a partir de uma tomada de decisão. Esse princípio apresentado no ensino de Química aponta uma perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), a qual permite uma educação participativa sobre as decisões sociais e ambientais causadas pela interação e desenvolvimento da Ciência e Tecnologia. E é nesta perspectiva que este trabalho utiliza para abordar o tema biodiesel no ensino de Química para alunos do Ensino Médio a partir de uma sequência didática utilizando a abordagem CTS, com o viés de estudar as consequências sociais e ambientais causadas pelos combustíveis não renováveis e as contribuições sociais e ambientais que o biodiesel vem proporcionando nos últimos anos. Uma das principais consequências ambientais, em decorrência do consumo exagerado dos combustíveis fósseis não renováveis, é a emissão de substâncias tóxicas a base de enxofre, compostos aromáticos, dióxido de carbono (CO_2), entre outras substâncias, que tem potencialidade de causar danos à sociedade e ao ambiente, por exemplo, aquecimento do planeta e chuva ácida. Em contrapartida, o biodiesel é um combustível renovável produzido a partir de óleos vegetais e gorduras animais e que pode substituir parcial ou totalmente o óleo diesel (combustível não renovável). Este trabalho foca na proposta de desenvolver uma sequência didática (SD) a partir de uma abordagem CTS, para auxiliar os professores na abordagem do tema biodiesel nas aulas de química. Devido ao isolamento social em decorrência à pandemia da COVID-19 não foi possível realizar a sua aplicação em sala de aula. Dessa forma, partimos para realizar o processo de Elaboração, Validação e Reestruturação – EVR da sequência didática, a partir da validação por pares, que consiste na participação de professores que lecionam a disciplina de química no Ensino Médio. A proposta de elaboração da SD desta pesquisa conteve as seguintes etapas metodológicas: levantamento de concepções prévias e apresentação do tema social, aspectos tecnológicos, aspectos científicos, atividade experimental e retomada da questão social. Na SD priorizamos atividades com debates, elaboração de infográfico, atividades experimentais, aulas expositivas dialogadas, apresentação de vídeos e resolução de problemas, na perspectiva de desenvolver a aprendizagem mediante as dimensões pedagógica e epistemológica do modelo de Méheut. A validação ocorreu a partir das propostas de intervenção que os professores apresentaram sobre a proposta da sequência didática, com o objetivo de otimizar a sua aplicação nas escolas. A partir dos relatos apresentados pelos professores, verificamos a necessidade de reestruturação na proposta da SD pois, segundo eles, o quantitativo de aulas reservada no bimestre escolar para a sua aplicação é grande. Assim, a atividade experimental e as que necessitavam de uso de computadores e internet, precisaram ser alteradas nas etapas metodológicas. Assim, optamos em reduzir o quantitativo de aulas para aplicação da SD e propomos como eletiva a atividade experimental de síntese do biodiesel.

Palavras-chave: Sequência Didática, Abordagem CTS, Biodiesel.

ABSTRACT

One of the principles of teaching Chemistry is the development of knowledge that involves Science, Technology and Society, with the purpose of enabling the student to have critical knowledge and to act decisively, based on a decision-making process. This principle presented in the teaching of Chemistry points to a STS perspective (Science, Technology and Society), which allows for a participatory education on social and environmental decisions caused by the interaction and development of Science and Technology. And it is in this perspective that this work uses to address the theme biodiesel in the teaching of Chemistry for high school students from a didactic sequence using the STS approach, with the bias of studying the social and environmental consequences caused by non-renewable fuels and the social and environmental contributions that biodiesel has been providing in recent years. One of the main environmental consequences, because of the exaggerated consumption of non-renewable fossil fuels, is the emission of toxic substances based on sulfur, aromatic compounds, carbon dioxide (CO₂), among other substances, which have the potential to cause harm to society and to the environment, for example, global warming and acid rain. On the other hand, biodiesel is a renewable fuel produced from vegetable oils and animal fats and that can partially or totally replace diesel oil (non-renewable fuel). This work focuses on the proposal to develop a didactic sequence (DS) from a STS approach, to assist teachers in addressing the topic of biodiesel in chemistry classes. Due to social isolation due to the COVID-19 pandemic, it was not possible to carry out its application in the classroom. Thus, we set out to carry out the Elaboration, Validation and Restructuring – EVR process of the didactic sequence, based on peer validation, which consists of the participation of teachers who teach the subject of Chemistry in High School. The proposal for the elaboration of the DS of this research contained the following methodological steps: survey of previous conceptions and presentation of the social theme, technological aspects, scientific aspects, experimental activity and resumption of the social issue. In DS, we prioritize activities with debates, infographic design, experimental activities, dialogued lectures, video presentation and problem solving, with a view to developing learning through the pedagogical and epistemological dimensions of Méheut's model. The validation took place from the intervention proposals that the teachers presented on the proposed didactic sequence, with the aim of optimizing its application in schools. From the reports presented by the teachers, we verified the need to restructure the DS proposal because, according to them, the quantity of classes reserved in the school two-month period for its application is large. Thus, the experimental activity and those that required the use of computers and the internet needed to be changed in the methodological steps. Thus, we chose to reduce the number of classes for the application of DS and we propose the experimental activity of biodiesel synthesis as an elective.

Keywords: Didactic Sequence, CTS approach, Biodiesel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A sequência de etapas da abordagem CTS	26
Figura 2: Esquema da sequência didática.....	29
Figura 3: Losango didático de Méheut	30
Figura 4: Representação cíclica do processo EVR de validação da SD.....	34
Figura 5: Consumo de biodiesel no Brasil	40
Figura 6: Ciclo de Funcionamento – Cadeia do Biodiesel	42
Figura 7: Reação de transesterificação de triglicerídeos.	43
Figura 8: Resumo da proposta da sequência didática.....	65
Figura 9: Resumo da elaboração da sequência didática	98
Figura 10: Resumo da reelaboração da sequência didática	99
Figura 11: Consumo de combustíveis	117
Figura 12: Consumo de combustíveis	117
Figura 13: Consumo de combustíveis	118
Figura 14: A energia do Brasil.	119
Figura 15: Modelos de infográficos gratuitos.....	120
Figura 16: Roleta orgânica e tabuleiro	121
Figura 17: Reação de transesterificação de triglicerídeos.	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição química em ácidos graxos de diversos tipos de óleo vegetais.....	44
Tabela 2: Perfil curricular dos professores envolvidos na pesquisa.....	65
Tabela 3: Respostas da 3ª questão da avaliação prévia	66
Tabela 4: Respostas da 4ª questão da avaliação prévia	68
Tabela 5: Respostas da 5ª questão da avaliação prévia	70
Tabela 6: Respostas da 6ª questão da avaliação prévia	72
Tabela 7: Respostas da 7ª questão da avaliação prévia	74
Tabela 8: Respostas da 8ª questão da avaliação prévia	75
Tabela 9: Respostas da 1ª questão da validação da sequência didática.....	79
Tabela 10: Respostas da 2ª questão da validação da sequência didática.....	80
Tabela 11: Respostas da 3ª questão da validação da sequência didática.....	82
Tabela 12: Respostas da 4ª questão da validação da sequência didática.....	84
Tabela 13: Respostas da 5ª questão da validação da sequência didática.....	85
Tabela 14: Respostas da 6ª questão da validação da sequência didática.....	86
Tabela 15: Respostas da 7ª questão da validação da sequência didática.....	87
Tabela 16: Respostas da 8ª questão da validação da sequência didática.....	89
Tabela 17: Respostas da 9ª questão da validação da sequência didática.....	91
Tabela 18: Respostas da 10ª questão da validação da sequência didática.....	92
Tabela 19: Respostas da 11ª questão da validação da sequência didática.....	94

LISTA DE SIGLAS

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

B2 – Mistura de 2% de Biodiesel no Óleo Diesel

CFC - Clorofluorcarbono

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

EAR – Elaboração, Aplicação e Reelaboração

GEE – Gás do Efeito Estufa

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PCN+ - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

SD – Sequência didática

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Modalidades da Abordagem CTS.....	25
Quadro 2: Resumo da sequência didática	52
Quadro 3: Resumo da Validação por Pares.....	55
Quadro 4: Validação Prévia.....	56
Quadro 5: Validação da Sequência didática	60
Quadro 6: Planejamento da I etapa da sequência didática.....	101
Quadro 7: Planejamento da II etapa da sequência didática	102
Quadro 8: Planejamento da III etapa da sequência didática.....	103
Quadro 9: Planejamento da atividade eletiva de correlação dos aspectos e tecnológicos.....	104
Quadro 10: Planejamento da VI etapa da sequência didática	105

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Emissão de CO ₂ dos combustíveis: B2, B5 e diesel.....	45
Gráfico 2: Resultados percentuais dos critérios para cada questão	78
Gráfico 3: Resultados percentuais dos critérios no processo de validação a priori.....	97

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 A ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	19
2.1 Movimento CTS e educação CTS no ensino de Química.....	19
2.2 As Inter-relações dos Conceitos de Ciência, Tecnologia, Sociedade Desenvolvidas na Perspectiva da Abordagem CTS	21
2.3 A abordagem CTS no Ensino das Ciências.....	23
3 A UTILIZAÇÃO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	28
3.1 Estrutura de uma Sequência Didática	29
3.2 Validação de uma Sequência Didática	32
3.3 Processo EVR: Elaboração, Validação e Reelaboração da Sequência Didática.....	34
4 A QUÍMICA DO BIODIESEL E SUA POLÍTICA DE PRODUÇÃO NO BRASIL	37
4.1 A Política de Cultivo da Soja na Produção do Biodiesel no Brasil	38
4.2 A Química do Biodiesel e seu Ciclo de Funcionamento.....	41
5 METODOLOGIA.....	47
5.1 Caracterização da Pesquisa	47
5.2 Elaboração da Sequência Didática	47
5.2.1 ETAPA I: Concepções Prévias e Apresentação do Tema Social.....	48
5.2.2 ETAPA II: Introdução dos Aspectos Tecnológicos	49
5.2.3 ETAPA III: Introdução dos Aspectos Científicos	49
5.2.4 ETAPA IV: Introdução dos Aspectos Científicos	50
5.2.5 ETAPA V: Atividade Experimental	51
5.2.6 ETAPA VI: Retomada da Questão Social.	51
5.3 Validação por Pares: Caminhos para Reelaboração.....	54
5.4 Análises dos Dados da Validação por Pares	55
5.4.1 Análises dos dados da avaliação prévia.....	56

5.4.2 Análises dos dados para Validação da Sequência Didática	58
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	64
6.1 A Concepção da Sequência Didática	64
6.2 A Validação por Pares e Análise dos Especialistas	65
6.2.1 Análise Prévia	65
6.2.2 Análise da validação da sequência didática	78
6.3 Reestruturação da Sequência Didática	98
6.4. Reelaboração das Etapas Teórico-Metodológicas da Sequência Didática.....	100
6.4.1 Reelaboração da I etapa: apresentação da problemática socioambiental	100
6.4.2 Reelaboração da II etapa: introdução aspectos científicos e tecnológicos	101
6.4.3 Reelaboração da III etapa: introdução dos aspectos científicos e tecnológicos	103
6.4.4 Reelaboração da correlação dos aspectos científicos e tecnológicos	103
6.4.5 Reelaboração da IV etapa: retomada da questão social	105
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
REFERÊNCIAS	109
APÊNDICE I.....	116
APÊNDICE II.....	117
APÊNDICE III	118
APÊNDICE IV	119
APÊNDICE V	120
APÊNDICE VI.....	121
APÊNDICE VII.....	127
APÊNDICE VIII	130

1 INTRODUÇÃO

Uma das principais problemáticas do mundo atual são as consequências do consumo exagerado de combustíveis não renováveis. Dentre eles, os mais utilizados são petróleo, carvão e gás natural, que quando consumidos excessivamente causam diversos problemas sociais e ambientais, como por exemplo o aquecimento global. Segundo especialistas, esses combustíveis têm previsão de esgotamento no futuro, sendo necessário desenvolver novos produtos que possam atender as necessidades sociais e ambientais (FERRARI; OLIVEIRA, 2005). Portanto, surge a necessidade de desenvolver biocombustíveis que têm potencial energético para substituir parcial e/ou totalmente os combustíveis não renováveis, com capacidade de minimizar problemas, como o já citado aquecimento global, por meio da redução de emissões de dióxido de carbono (CO_2) e outras substâncias tóxicas que causam danos a sociedade e ao ambiente.

Diante dessa situação surge a necessidade de discutir essas questões em ambiente escolar, pois a escola exerce uma função primordial na sensibilização social quanto aos problemas atrelados ao desenvolvimento científico e tecnológico. Além disso, um dos papéis fundamentais da escola é o exercício da cidadania, que possibilita promover, nos educandos, conhecimento científico e tecnológico na perspectiva de desenvolver cidadãos críticos que saibam solucionar problemas sociais em diversas áreas de conhecimento. Haja vista, que os próprios documentos educacionais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs (BRASIL, 2000) e a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018), sugerem a inserção dos temas relacionados aos biocombustíveis no ensino de Ciências.

Os PCNs informam que o ensino de Química tem como foco estimular os alunos a compreender as transformações da matéria, na perspectiva de promover desenvolvimento científico e tecnológico, pois só assim os alunos terão competências e habilidades para buscar soluções para problemáticas sociais, ambientais e econômicas decorrente do desenvolvimento científico e tecnológico (BRASIL, 1998). Sendo assim, o ensino de Química também deverá ajudar aos estudantes a ter a capacidade de julgar as informações provenientes das mídias e das tradições culturais para a tomada de decisões adequadas sobre as problemáticas apresentadas (BRASIL, 1998).

A BNCC é outro documento que traz informações sobre as competências específicas e as habilidades para o ensino de Ciências da Natureza e suas tecnologias no Ensino Médio. Uma

das competências apresentadas nesse documento é realizar uma análise nos fenômenos naturais e nos processos tecnológicos que estão atrelados aos temas matéria e energia, na perspectiva de o aluno avaliar as melhorias nas condições de vida e ter capacidade de observar aos impactos socioambientais. Outras competências é investigar situações-problema e avaliar a veracidade das informações apresentadas por meio do conhecimento científico e tecnológico, como o objetivo de o estudante ter o conhecimento científico e tecnológico para julgar as informações apresentadas nos meios de comunicação (BRASIL, 2018).

Segundo Santos e Mortimer (2002), a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) aplicada no ensino de Ciências possibilita promover uma educação participativa sobre as situações-problema relacionadas às consequências sociais e ambientais causados pelo avanço científico e tecnológico. Portanto, nessa educação participativa os alunos poderão tomar decisões para solucionar as situações-problema apresentadas.

Parece-nos que a abordagem CTS apresenta potencialidade suficiente para atender as competências e habilidades apresentadas pelos documentos oficiais. Dessa forma, este presente trabalho utiliza dessa abordagem para inserir o tema biodiesel nas aulas de Química no Ensino Médio.

A utilização da abordagem CTS no ensino de Química, nesta pesquisa, ocorre por meio de uma sequência didática, estratégia didática a qual foi elaborada a partir da proposta de Mehéut (2005), relacionadas as dimensões epistemológica e pedagógica. Segundo a autora, a dimensão epistemológica está relacionada ao conhecimento científico (conteúdo químico) e o mundo material e a dimensão pedagógica caracteriza as interações professores-alunos e alunos-alunos.

Este presente trabalho tem como propósito desenvolver o tema energético biodiesel, pois segundo os PCN (BRASIL, 1998) e BNCC (BRASIL, 2018), esse tema apresenta, com grande relevância, a contextualização política, econômica, social, científica e tecnológica no currículo de Química para alunos do Ensino Médio. Dessa forma, este trabalho utilizou da abordagem CTS para desenvolver o tema biodiesel por meio de uma sequência didática (SD).

Diante dessa justificativa, para abordar o tema biodiesel no Ensino Médio, foi elaborado o seguinte problema de pesquisa: **Que contribuições uma Sequência Didática com base na abordagem CTS para o ensino de conceitos relacionados ao tema Biodiesel para o Ensino Médio, na visão de Professores em Exercício?**

Na busca por respostas a esse problema de pesquisa, foi construído o seguinte objetivo de pesquisa: **Analisar, mediante aplicação do processo EVR, as contribuições de uma sequência didática com base na abordagem CTS para o ensino de conceitos relacionados ao tema Biodiesel no Ensino Médio.**

Para o desenvolvimento deste trabalho foi necessário fazer uma fundamentação teórica, considerando a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), sequência didática e o tema biodiesel. Quanto a abordagem CTS apresentamos a concepção clássica e tradicional de estudar Ciência na perspectiva de compreender o surgimento do histórico da abordagem CTS. Além disso, observamos as inter-relações dos conceitos de Ciência, Tecnologia e Sociedade, na perspectiva de compreender a utilização dessa abordagem no ensino de Química. Em seguida, apresentamos um aprofundamento teórico do surgimento da sequência da didática (SD), com objetivo de compreender a sua utilização dessa no ensino de Química e observar a estrutura apresentada por Mehéut, a partir das dimensões epistêmicas e pedagógicas e o processo de validação EVR. Sobre o tema biodiesel apresentamos a perspectiva de compreender a política nacional de produção do biocombustível em alta escala, mostrar a importância de sintetizar esse biocombustível para reduzir a dependência do combustível fóssil e minimizar a emissão de CO₂ na atmosfera, que causa o aquecimento global. Além disso, apresentamos as principais matérias utilizadas na produção do biodiesel, a composição química dos ácidos graxos presente nos óleos vegetais e animais e a síntese desse biocombustível por meio da reação de transesterificação.

A seção metodologia foi desenvolvida em duas subseções. Na primeira é apresentada a proposta da elaboração da sequência didática com o tema biodiesel e na segunda, o instrumental para validação dessa pesquisa.

A proposta da sequência didática apresentada nesta pesquisa contém seis etapas metodológicas: (I) concepção prévia e apresentação do tema, quando os alunos devem responder a um questionário, com a proposta de realizar a avaliação diagnóstica, e em seguida eles devem assistir a dois vídeos contendo informações sobre a importância da energia na sociedade e as consequências sociais e ambientais atrelados ao consumo de energia de origem fóssil; (II) aspectos tecnológicos, momento de apresentação dos conceitos associados a questão tecnológica do diesel, apresentados aos alunos um vídeo contendo informações econômicas e tecnológicas do biodiesel do Brasil; (III) introdução dos aspectos científicos, a partir da abordagem dos conceitos químicos relativos às funções orgânicas e suas propriedades físicas e químicas, a partir de aulas expositiva e participação em um jogo pedagógico; (iv) mais uma etapa para a introdução dos aspectos científicos, com foco nos conceitos químicos de reação de

transesterificação, óleo, gordura e triglicerídeos; e (v) atividade experimental, em laboratório para produção de biodiesel a partir de óleo de cozinha e equipamentos de utilidade doméstica; e (vi) retomada da questão social, que consiste na apresentação e posterior resolução de situações-problema apresentadas na sociedade e que estão atreladas ao tema biodiesel para realização de um debate, que possui a função de culminância.

A validação desta pesquisa é realizada por pares, que consiste na participação de professores, que lecionam a disciplina de química no Ensino Médio, que ocorreu a partir de duas etapas. A primeira corresponde a validação prévia, que permite avaliar as competências dos professores relacionados aos temas como a abordagem CTS, sequência didática e aplicação temática biodiesel durante as aulas de Química. A segunda etapa tem como objetivo analisar as intervenções dos professores a partir da proposta da SD como estrutura, organização, clareza, inteligibilidade e metodologia de ensino. Além disso, essa validação por pares tem a perspectiva de reelaborar a proposta da SD, com objetivo de otimizar a sua aplicação nas escolas.

Por fim, o produto educacional desta pesquisa é o resultado das intervenções que os professores que lecionam Química sugeriram sobre a proposta da sequência didática. Portanto, o objetivo deste produto educacional é apresentar ao professor uma proposta que permita auxiliar o desenvolvimento do tema biodiesel a partir da abordagem CTS nas aulas possibilitando desenvolvimento do conhecimento científico, tecnológico e socioambiental nos alunos, na perspectiva de promover uma educação participativa e ativa na tomada de decisões.

2 A ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

Nesta seção apresentamos uma reflexão teórica sobre a abordagem CTS no ensino de Química, com a perspectiva de realizar um aprofundamento na discussão do que foi central na estratégia metodológica busca para inserir o estudo do biodiesel nas aulas de Química, promovendo ruptura com o modelo clássico tradicional de compreender a Ciência e a Tecnologia. Além disso, discutimos o surgimento do movimento CTS e sua abordagem no contexto educacional no Ensino de Química e buscamos compreender a inter-relações de ciência, tecnologia e sociedade.

2.1 Movimento CTS e educação CTS no ensino de Química

Já há muitos anos a sociedade e o meio ambiente vêm sofrendo as consequências atreladas aos avanços científico-tecnológicos, como por exemplo, desastres socioambientais causados por bombas atômicas, aquecimento global, poluição das águas, entre outras. Tudo isso ocorreu como subproduto de uma concepção clássica e tradicional de promover a Ciência e Tecnologia ao máximo, na busca de bem-estar social. Esse modelo linear de desenvolvimento científico e tecnológico tem como única proposta promover riqueza e bem-estar social por meio da relação e desenvolvimento científico e tecnológico sem se preocupar com as consequências sociais e ambientais (BAZZO, 2003). Até porque, no período o foco quase exclusivo desse modelo, a busca era centrada em produzir materiais que atendessem às necessidades da sociedade e não estudar as consequências desses avanços científicos e tecnológicos.

A concepção clássica e tradicional da Ciência e Tecnologia foi considerada otimista por muitos anos, pois a sociedade e as políticas incentivaram diversos avanços científicos e tecnológicos, como os primeiros computadores eletrônicos, transplantes de órgãos, uso de energia nuclear para transporte, pílulas anticoncepcionais, entre outros. No entanto, nos anos finais da década de 1950 foram evidenciadas consequências sociais causadas pelo desenvolvimento da Ciência e Tecnologia mediante tal modelo, como a produção de resíduos de contaminantes, a ocorrência de acidentes nucleares em reatores civis, envenenamentos farmacêuticos e derramamentos de petróleo. A partir dessa constatação, surgiu a necessidade de revisar tal política (BAZZO, 2003).

A abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) surgiu a partir da necessidade de observar as consequências sociais e ambientais que estavam ocorrendo naquele momento. E foi essa relação desequilibrada entre o homem e desenvolvimento científico e tecnológico, que permitiu aos idealizadores da abordagem CTS promover um conhecimento mais crítico e participativo da sociedade, na busca de transformar essas consequências sociais e ambientais (PINHEIRO, 2005).

Segundo Nunes (2016), o movimento CTS surgiu entre as décadas de 1960 e 1970 a partir de dois pensamentos distintos, norte-americano e europeu. O primeiro visava apenas discutir a relação desequilibrada que a sociedade mantinha com a Ciência e a Tecnologia, por meio de uma abordagem educacional. Já a visão europeia buscava discutir essas relações em um viés apenas acadêmico (AULER, 2002).

A partir das discussões sobre as consequências sociais e ambientais devido ao modelo linear de Ciência e Tecnologia, a abordagem CTS ganhou espaço na sociedade por sensibilizar os cidadãos (BAZZO, 2007). Além disso, ele possibilita que a população exerça a cidadania e a democracia por meio da alfabetização científica e tecnológica, algo deveras relevante, pois segundo Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007), uma população alfabetizada e consciente das problemáticas sociais e ambientais favorece uma participação mais efetiva na tomada de decisão. Já na visão de Fensham (2002), uma sociedade cientificamente alfabetizada estará mais preparada para solucionar problemas socio científicos como aquecimento global, desenvolvimento das biotecnologias, entre outras situações complexas que a sociedade atualmente enfrenta.

Além da utilização da sigla CTS na abordagem educacional, em 1980 surgem discussões, entre alguns pesquisadores educacionais, para a inclusão da letra 'A' na sigla, pensando em enfatizar uma educação ambiental na abordagem CTS. Para esses pesquisadores, essa proposta de inclusão possibilita intensificar o fortalecimento entre as relações dos aspectos ambientais, sociais e culturais, resultando no desenvolvimento de uma educação que possibilita observar fortemente os problemas ambientais. Em 1990, surgiu o movimento de inclusão do 'A' na abordagem CTS, na perspectiva de sensibilizar todos os professores quanto aos problemas ambientais que existiam na sociedade (MARTINS; 2020).

Porém, para outros pesquisadores educacionais, a inclusão do tema ambiente na abordagem CTS é considerada redundante, pois as discussões inter-relações entre as temáticas ciência, tecnologia e sociedade permitem incluir os aspectos ambientais. Por isso, neste trabalho de pesquisa, optamos em utilizar a sigla CTS, pois acreditamos que essas inter-relações

abordadas nos conteúdos que serão abordados na sequência didática permitem enfatizar e desenvolver de temas relacionados aos problemas ambientais causados pela queima de combustíveis fósseis.

Diante disso, percebemos que o ensino de Química é um viés que possibilita os alunos compreender os conhecimentos científicos e tecnológicos e observar os avanços e impactos causados por esses conhecimentos, algo necessário para a formação da cidadania. Além disso, deve criar condições que permita os alunos refletirem e discutirem as consequências socioambientais relacionados aos avanços científicos e tecnológicos para não promover um ensino fragmentado e distanciado do cotidiano dos alunos, buscando um ensino que estimule enxergar os significados científico e tecnológico para compreender e solucionar os problemas do seu cotidiano (ZANATTO; SILVEIRA; SAUER, 2016).

Diante disso, é necessário compreender os conceitos teóricos de Ciência, Tecnologia e Sociedade e a inter-relações desses conceitos na abordagem CTS, com a proposta de conhecer como a abordagem CTS possibilita promover reflexões sobre as visões dos estudantes.

2.2 As Inter-relações dos Conceitos de Ciência, Tecnologia, Sociedade Desenvolvidas na Perspectiva da Abordagem CTS

A estrutura da abordagem CTS se baseia em compreender os conceitos de Ciência e Tecnologia relacionando os aspectos de interesse da sociedade, em uma interação que busca desenvolver valores atrelados à necessidade humana e conhecimento sobre problemáticas globais (SANTOS; MORTIMER, 2002).

A palavra Ciência é um substantivo que do ponto de vista etimológico significa “saber” ou “conhecimento”. No entanto, na concepção tradicional, a Ciência é compreendida como um empreendimento autônomo, objetivo e neutro baseado na aplicação de um código de racionalidade e distante de qualquer tipo de interferência externa. Quando a Ciência é utilizada como ferramenta intelectual responsável por produtos científicos e relacionada a um suposto método científico (BAZZO, 2003), método indutivo utilizado para descobrir leis e fenômenos, ela permite construir informações gerais e hipotéticas sobre as evidências empíricas a partir de um conjunto limitado de informações empíricas construídas por observações particulares.

A abordagem CTS deve permitir aos alunos observar a Ciência de modo diferente pois, segundo Santos e Mortimer (2002), se o aluno a pensar como algo absoluto, verdadeiro e acabado, ele terá dificuldade em aceitar mais de uma possibilidade para solucionar problemas sociais. Já sobre o conceito de Tecnologia, ele é compreendido como um instrumento que apresenta diversas potencialidades de modificar, controlar e executar, na perspectiva de ajudar o homem e a sociedade. Diante dessas potencialidades, a Tecnologia se faz inseparável de uma Ciência que rege o universo, pois não há como desenvolver tecnologia sem a presença de um conhecimento científico e não há como existir avanços científicos sem o desenvolvimento tecnológico, porque ela é um instrumento que permite o homem construir máquinas, equipamento e entre objetos que facilitam produção sistematizada na sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Na abordagem CTS a Tecnologia é considerada na perspectiva da alfabetização tecnológica, como o objetivo de o aluno ter potencialidade e liberdade para examinar e questionar as situações, problemas e questões socio tecnológicas. Portanto, essa alfabetização ocorre pela necessidade da democratização do conhecimento científico e tecnológico para toda sociedade, pois diante desses avanços é necessário que a sociedade tenha conhecimento sobre a transformação social que está acontecendo (DELIZOICOV; AULER, 2001).

A sociedade é compreendida com um agrupamento em que “todas as espécies e todos os graus de relações estabelecidas pelos homens, sejam elas organizadas ou não organizadas, diretamente ou indiretamente, conscientes ou inconscientes, cooperativas ou antagônicas” (CHINOY, 1967, p. 5). No contexto do conceito de sociedade na abordagem CTS, devemos incluir temas sociais atrelados a Ciência e Tecnologia para potencializar as discussões sobre problemas de origem sociais. O objetivo dessas discussões é contribuir para a formação cidadã e influenciar o aluno a desenvolver a ética e valores humanos relacionados à Ciência e a Tecnologia. Portanto, os temas escolhidos devem ter o poder de despertar o interesse do aluno em atuar como cidadãos no que se refere às problemáticas decorrente do desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Sendo assim, as inter-relações dos conceitos Ciência, Tecnologia e Sociedade possibilitam promover um desenvolvimento educacional participativo entre os estudantes em diversas áreas, por isso, a abordagem CTS no ensino de Ciências se configura como um viés de formação cidadã dos alunos, a partir de uma reflexão crítica fundamentada no desenvolvimento científico e tecnológico.

2.3 A abordagem CTS no Ensino das Ciências

Embora a abordagem CTS não tenha suas origens no campo educacional, mas no contexto de analisar apenas as consequências socioambientais causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico, ela ganhou destaque significativo nesse meio ao passar do tempo, pela necessidade de discutir essas problemáticas em sala de aula, pois ela possibilita promover uma educação nas dimensões social e ambiental, a partir de reflexões críticas sobre os aspectos positivos e negativos do desenvolvimento científico e tecnológico (BAZZO, 2007).

Segundo Santos e Mortimer (2002), a abordagem CTS pode ser uma proposta educacional, pois permite promover a compreensão por meio da inter-relação das explicações científica e tecnológica, e solucionar problemas decorrentes aos avanços científico-tecnológicos, que possibilita sensibilizar os alunos na tomada de decisão. Desta forma, abordagem CTS ganha destaque tanto na área educacional como no desenvolvimento da cidadania, por expor à sociedade o processo tecn científico e defender a participação democrática na sociedade (BAZZO, 2003).

Segundo Bazzo (2007), a utilização da abordagem CTS como estratégia de ensino possibilita desenvolver atividades em diversas áreas de disciplinas que compõem o currículo escolar, para que o aluno possa compreender as influências do conhecimento científico e tecnológico em diversas áreas.

Essa multidisciplinaridade ou interdisciplinaridade apresentada pela abordagem CTS, pode ser observada nos próprios Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o Ensino Médio, que nos informam que ensino de Ciências da Natureza deve promover conhecimento que permita ao estudante interpretar e compreender o cotidiano interligado ao mundo natural e social. Sendo assim, os conteúdos abordados nesta perspectiva interdisciplinar ou multidisciplinar permitem desenvolver uma aprendizagem que relacione os fenômenos observados nas disciplinas, com objetivo de o aluno compreender as problemáticas ambientais, para construir e transformar esse meio (BRASIL, 1998).

Ainda, este documento nos mostra, também, que não é necessário inserir novas disciplinas ao currículo educacional, mas utilizar os conhecimentos científicos de várias disciplinas para compreender os fenômenos existentes, com o objetivo de solucionar os problemas apresentados à sociedade. Segundo Bazzo (2007), essa ideia desfragmentada de utilização de várias disciplinas incentivam aos professores de diferentes áreas de saberes a

criarem projetos que permitem a renovação das práticas pedagógicas direcionando para novos rumos de aprendizagem.

Um dos objetivos estabelecidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) elencado na Lei de Diretrizes e Bases da educação nacional e reforma curricular do Ensino Médio é:

A formação da pessoa, de maneira a desenvolver valores e competências necessárias à integração de seu projeto individual ao projeto da sociedade em que se situa; o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; a preparação e orientação básica para a sua integração ao mundo do trabalho, com as competências que garantam seu aprimoramento profissional e permitam acompanhar as mudanças que caracterizam a produção no nosso tempo; o desenvolvimento das competências para continuar aprendendo, de forma autônoma e crítica, em níveis mais complexos de estudos (BRASIL, 2000, p. 10).

Podemos observar a importância que as escolas têm em desenvolver uma educação na qual os alunos sejam integrados à sociedade, que tenham formação ética e que desenvolvam um pensamento autônomo e crítico, sobre as situações que o integram ao meio social. Dessa forma, esse documento permite executar funções sociais no currículo educacional do Ensino Médio, pois os objetivos observados devem promover a formação do indivíduo em sociedade, enquanto cidadão. Por isso, a prioridade educacional não é apenas de preparar o jovem ao ingresso ao Ensino Superior ou a formação profissionalizante, mas promover a formação humana para o exercício de ética social por meio da alfabetização científica e do desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico.

É por isso que a abordagem CTS possibilita atender as perspectivas dos objetivos apresentados nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM, pois segundo Bustamante (1997), a integração da Ciência, Tecnologia e Sociedade na abordagem CTS assume um viés transformador social, pois cada geração tem a responsabilidade de mudar a sociedade dentro dos limites democráticos sociais.

Além desses documentos, a BNCC também aponta a importância de promover no Ensino Médio o desenvolvimento educativo, científico e tecnológico como ferramenta capaz de solucionar problemas socioambientais e promover uma nova visão do mundo de forma sustentável. Ela apresenta como destaque processos e práticas de investigação que estimulem os alunos a se aproximar de práticas investigativas como identificar problemas, propor e testar

hipótese, elaborar argumentos e explicações entre outras práticas investigativas (BRASIL, 2018). Tudo isso fortalece a importância de realizar abordagem CTS no ensino das ciências no Ensino Médio.

Sendo assim, a abordagem CTS aplicada na perspectiva educacional permite ao professor desenvolver estratégias que modelem os saberes e criem projetos para que o aluno estabeleça relação entre o conhecimento científico e as problemáticas sociais, com o objetivo que os alunos tenham condições intelectuais, emocionais e contextuais para solucionar os problemas (BAZZO, 2007). Podemos falar em uma classificação em três modalidades, conforme Quadro 1:

Quadro 1: Modalidades da Abordagem CTS

Modalidade	Descrição
Enxerto CTS	Introdução de temas CTS nas disciplinas de Ciências, abrindo discussões e questionamentos sobre Ciência e Tecnologia.
Ciência e Tecnologia por meio de CTS	Estruturação do conteúdo científico por meio do CTS, que pode acontecer numa só disciplina ou por meio de trabalhos multidisciplinares e interdisciplinares.
CTS puro	Ensinar Ciência, Tecnologia e Sociedade por intermédio da abordagem CTS, no qual o conteúdo científico tem papel subordinado.

Fonte: Bazzo (2007)

O enxerto CTS é uma modalidade que introduz o tema que será abordado em sala, com a proposta de torna aula mais interessante por meio da contextualização do tema, sendo utilizada apenas em uma determinada disciplina, não é necessário que o tema da aula seja relacionado com o conteúdo da série em que será aplicada o tema, portanto, não é preciso uma modificação no planejamento pedagógico (PINHEIRO, 2007).

A Ciência e Tecnologia por meio de CTS é uma modalidade que possibilita trabalhar de modo flexível o tema e os conteúdos desenvolvidos na aula. Dessa forma, permite abordar conceitos que estão próximo à realidade do aluno, na perspectiva de facilitar a compreensão, a contextualização e desenvolvimento do conhecimento científico (PORTO; CHAPANI, 2013).

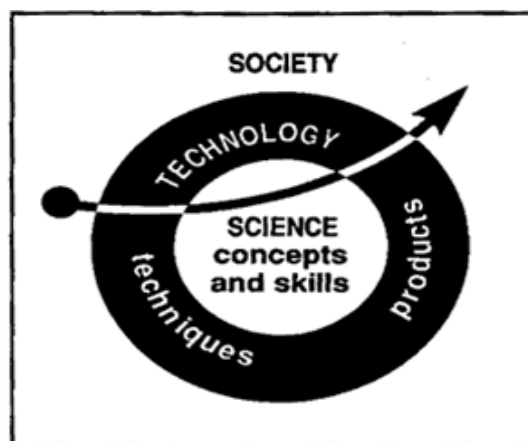
O CTS puro é uma outra modalidade nos quais os conteúdos científicos são utilizados para compreender a relação CTS sobre o tema em questão. Por isso, eles têm o papel subordinado e secundário, essa modalidade raramente é utilizada, pois geralmente os

professores utilizam com mais frequência os conteúdos científicos para cumprir com os currículos programáticos da educação (PORTO; CHAPANI, 2013).

Diante das modalidades de abordagem CTS apresentadas no quadro 1, destacamos a modalidade ciência e tecnologia por meio de CTS para elaboração desta pesquisa, pois buscamos realizar uma abordagem que possibilite os alunos analisarem as consequências socioambientais atreladas a queima dos combustíveis derivados do petróleo e compreender as potencialidades científicas e tecnológicas do biodiesel.

Uma das possibilidades de compreender a proposta CTS no ensino das Ciências é compreender a sequência de etapas CTS desenvolvidas por Aikenhead (1994). Para esse autor, essa sequência é composta por cinco etapas conceituais: (i) problema social ou/e ambiental; (ii) a busca por Tecnologia para resolver o problema; (iii) compreender cientificamente a Tecnologia que será utilizada; (iv) utilizar a Tecnologia e (v) tomar decisão sobre a problemática inicialmente apresentada. A Figura 1 mostra um esquema dessa sequência de etapas apresenta por Aikenhead.

Figura 1: A sequência de etapas da abordagem CTS



Fonte: Aikenhead (1994)

Na Figura 1 podemos observar a sequência de etapas CTS apresentada por Aikenhead. O autor simboliza a sociedade como uma caixa, a rosca representa o uso da Tecnologia, o centro da figura é o conhecimento científico e a seta representa a sequência de etapas a ser desenvolvida durante a abordagem CTS. Observamos que o início da seta está localizado na sociedade e é nessa etapa em que são evidenciados os problemas enfrentados. Para solucionar esses problemas sociais, a sociedade procura os conhecimentos tecnológicos para responder às

necessidades e às problemáticas inicialmente apresentadas pelo homem e pela sociedade. Em seguida, a própria sociedade cria a necessidade do conhecimento científico, pois esse conhecimento ajudará a entender a Tecnologia e a questão social (SOLOMON; AIKENHEAD, 1994).

Santos e Mortimer (2002) estruturaram essa sequência de etapas CTS com a proposta de facilitar o desenvolvimento da sequência didática com foco CTS, a saber: Introdução de um problema social; Análise da tecnologia relacionada ao tema social; Estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida; Estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado; Discussão social original.

Podemos verificar que a proposta de sequência de etapas apresentada anteriormente apresenta relevância para elaboração de uma estratégia de ensino de Ciências com enfoque CTS, pois é a partir dessas etapas que desenvolvemos a sequência didática (SD) associada a essa pesquisa.

3 A UTILIZAÇÃO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA

Nesta seção apresentaremos uma discussão teórica sobre as Sequências Didáticas e como elas podem contribuir como os objetivos da abordagem CTS. O ensino de Química desenvolvido atualmente na Educação Básica apresenta grandes desafios para os professores, pois eles enfrentam diversas dificuldades de níveis pedagógico e escolar, o que dificulta a aprendizagem dos alunos. Nesse contexto pedagógico, as metodologias utilizadas pelos professores permitem contribuir positivamente ou negativamente a aprendizagem, pois segundo Bortalai e colaboradores (2015), o ensino tradicional, que é voltado à transmissão do conhecimento, termina por, além de outros problemas, minimizar o conhecimento adquirido pelos alunos em seus ambientes extraescolares. Assim, a utilização de sequência didática pode ser uma boa estratégia de abordagem para auxiliar o trabalho docente, pois promove a participação ativa do aluno na construção do seu próprio conhecimento.

Segundo Guimarães e Giordan (2013), a importância do professor enquanto construtor e mediador de atividades que promovam o conhecimento dos alunos vai além do espaço físico escolar, assim, é necessário utilizar estratégias de ensino diversificadas que permitam interação entre professor-aluno e aluno-aluno e que desenvolvam atividades que possibilitem a compreensão da sua realidade sociocultural.

A Química é uma Ciência da Natureza que possibilita a formação humana, a partir da compreensão científica da matéria presente no cotidiano e suas causas e consequências socioambientais (BELLAS et al., 2019). Dessa forma, o ensino de Química apresenta perspectiva de promover reflexões socioambientais sobre a matéria, suas transformações e propriedades, com o objetivo de possibilitar uma integração da ressignificação da realidade dos alunos com meio ao qual eles estão inseridos na sociedade. Para isso, é necessário desenvolver estratégias de ensino que despertem o interesse e a importância dos conceitos químicos presentes nas propostas curriculares da educação (ARROIO et al., 2006). Segundo as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+ (BRASIL, 2011) a organização dos conteúdos curriculares de Química deve ser abordada de modo a considerar a vivência individual dos alunos a partir de:

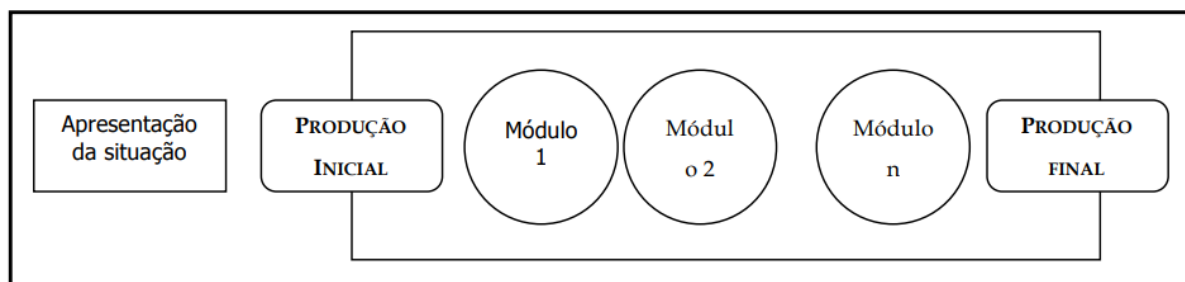
Seus conhecimentos escolares, suas histórias pessoais, tradições culturais, relação com os fatos e fenômenos do cotidiano e informações veiculadas pela mídia; e a que considera a sociedade em sua interação com o mundo, evidenciando como os saberes científicos e tecnológico vêm interferindo na produção, na cultura e no ambiente.

Sequências didáticas, aplicadas como estratégia para o ensino de Química, podem apresentar desempenho satisfatório na integração dos conteúdos químicos com as vivências dos alunos, pois segundo Guimarães e Giordan (2013), é um integrador entre as diversas disciplinas tornando-se um importante mecanismo de socialização dos conhecimentos científicos na comunidade escolar.

3.1 Estrutura de uma Sequência Didática

A sequência didática como estratégia educacional surgiu entre os anos 1970 e 1980, na perspectiva de adicionar as pesquisas sobre as concepções dos alunos acerca do conhecimento científico apresentados nas escolas (MÉHEUT, 2005). Com essa perspectiva, a estrutura conceitual da sequência didática apresenta o objetivo de facilitar a sua elaboração, aplicação e avaliação como estratégia educacional. Esse objetivo pode ser alcançado, pois segundo Pais (2002), a sequência didática é elaborada por meio de uma sequência de aulas planejadas, com o a finalidade de alcançar os objetivos esperados de aprendizagem. Para Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), a sequência didática é compreendida como um conjunto sistematicamente organizado de atividades escolares, que pode ser compreendida observando o esquema da Figura 2:

Figura 2: Esquema da sequência didática



Fonte: Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004)

No esquema apresentado fica evidente que a SD é de uma estratégia educacional, pois a ela é formada por uma organização de atividades escolares que possibilitam elaborar projetos educacionais de aprendizagem. Os autores apresentam quatro etapas, apresentação da situação, produção inicial, módulos e a produção final. No entanto, é importante salientar que essa é uma ideia geral de sequência didática, podendo haver alterações na sua formatação, pois cada

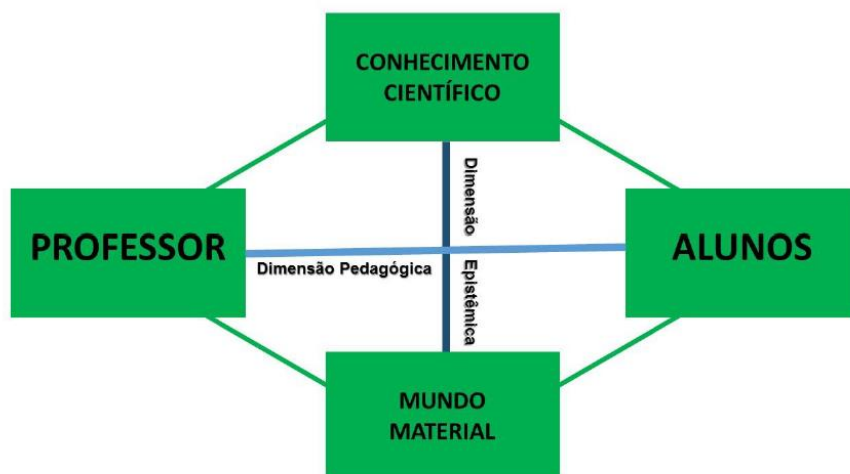
sequência didática apresenta expectativas de aprendizagem diferentes, sendo assim, deve conter alterações que permitam o alcance os objetivos de aprendizagens.

Segundo os mesmos autores, a etapa de apresentação da situação é compreendida como um momento em que será introduzido aos alunos, de modo escrito, as atividades que eles deverão realizar durante toda a sequência didática. Na etapa de produção inicial os alunos irão realizar a primeira atividade, com o objetivo de levantar os seus conhecimentos prévios e definir as atividades que serão abordadas durante a SD, a partir das dificuldades apresentadas na diagnose. Nas etapas dos módulos são constituídos de atividades, exercícios e aprofundamento dos conteúdos abordados. Por fim, a produção final, em que os alunos expõem os conhecimentos adquiridos com o objetivo de avaliar o progresso de aprendizagem. Além disso, a produção final pode ser utilizada com avaliação somativa sobre as atividades executadas.

Méheut (2005) desenvolveu um modelo de estruturação de Sequências Didáticas, com o objetivo de ajudar aos alunos a compreender o conhecimento científico. Segundo ela, a SD pode ser estruturada por meio das dimensões epistemológica e pedagógica, com a proposta de facilitar e promover o desenvolvimento cognitivo dos alunos e aprendizagem do conhecimento científico abordados em sala.

No modelo idealizado por Méheut (2005), destaca-se a existência de quatro elementos: conhecimento científico, mundo material, aluno e professor, que se relacionam formando dois eixos, nomeados como dimensão epistemológica, em que a proposta didática é relacionar o conhecimento científico e mundo material, e dimensão pedagógica, que possibilita desenvolver interação entre alunos e professor, como mostra a Figura 3.

Figura 3: Losango didático de Méheut



Fonte: Silva, Alves e Simões Neto (2018)

De acordo com a Figura 3, os eixos vertical e horizontal representam respectivamente as dimensões epistemológica e pedagógica na SD. O eixo de dimensão epistemológica podemos relacionar o conhecimento científico com o mundo material por meio de processos de elaboração, métodos e validação de conhecimento. O eixo de dimensão pedagógica caracteriza o papel do professor, as interações entre o professor e os alunos e entre os próprios alunos. Portanto, essas dimensões devem ser abordadas na SD com uma concepção construtivista integrada, pois tanto os conhecimentos científicos desenvolvidos em sala como os sujeitos que participam do processo são importantes na aplicação da SD.

Diante desse das propostas apresentadas por Méheut no losango didático, percebemos grande relevância nos planejamentos das aulas de ensino de Química, pois é uma ciência considerada difícil e desestimulante por muitos alunos. As dimensões epistemológica e pedagógica possibilitam planejar aula que incluem diversas estratégias que possibilitam maior participação dos estudantes durante as aulas, potencializando a interação entre professor e aluno, e entre os estudantes, como potencial para estimular o interesse pela química.

Segundo Mehéut (2005), a dimensão epistemológica pode considerar importante, na estruturação, a abordagem CTS, pois proporciona a elaboração das atividades para que os alunos construam informações significativas sobre os conteúdos científicos e permite haver interação entre os alunos na perspectiva de permitir explicações científicas e tomada de decisão sobre a problemática social (FIRME; AMARAL; BARBOSA, 2008). Segundo as autoras, para atender essas perspectivas da dimensão epistêmica podem ser utilizadas como estratégias de ensino atividades transversais como por exemplo aulas expositivas, demonstrativas, questionários, soluções de problemas, experimentos científicos, jogos, simuladores, fórum, debates, pesquisa de campo, palestras, ação comunitária, entre outros.

Já a dimensão pedagógica possibilita promover uma interação discursiva na sala de aula e durante a aplicação da SD. Segundo Mortimer e Scott (2002), essa interação social permite desenvolver a construção e elaborações de conceitos importantes para a formação humana como abordagem comunicativa durante as aulas de química. Essa interação professor-aluno pode ocorrer a partir da exposição de questões problematizadoras, pois os professores aproveitam as experiências e os conhecimentos prévios dos alunos para permitir haver um diálogo e interação nas aulas de química (RODRIGUES; ALVES, 2015).

3.2 Validação de uma Sequência Didática

O procedimento de validação de uma SD é compreendido com um instrumento que possibilita verificar as potencialidades do ensino e a confiabilidade dos resultados obtidos nas etapas metodológicas da proposta (GUIMARÃES; GIORDAN, 2013). Tem origem na Didática da Matemática francesa, desenvolvida ao longo do século XX e ganhou destaque educacional no Brasil e em outros países nas últimas décadas (SOARES; CARVALHO, 2011). Destacamos aqui uma das ideias que mais auxiliou o desenvolvimento teórico do processo de validação da SD, a Engenharia Didática, de Artigue (SOUZA, 2013).

A metodologia da Engenharia Didática surgiu nos anos 1980 a partir de duas propostas, a Teoria da Situação Didática, de Guy Brousseau e a Transposição Didática, de Yves Chavallard. Segundo Guimarães, Barlette e Guadagnini (2015), essa metodologia possibilitava exercer, no ensino da Matemática, relações entre a pesquisa e a ação didática em sistema educacional, e ser instrumento de desenvolvimento de produção de pesquisas entre o conhecimento teórico e conhecimento prático. Porém, em 1988, Michèle Artigue estudou e divulgou a Engenharia Didática na perspectiva de possibilitar unir o plano teórico da racionalidade à experimentação da prática educativa, por meio de atividades pedagógicas que envolvem o pensamento teórico prévio até o desenvolvimento de práticas experimentais (SOUZA, 2013).

Segundo Artigue (1988), a escolha do termo engenharia didática se deve a comparação dos trabalhos na engenharia com as práticas educativas didáticas, pois os projetos dos engenheiros são ancorados nos conhecimentos científicos de suas áreas, no entanto, eles são submetidos a elaborar projetos mais complexos do que projetos aprimorados pela ciência, sendo assim, enfrentam dificuldades para solucionar esses problemas que a ciência não quer ou não pode resolver. A metodologia é caracterizada como um processo experimental elaborado com base nas práticas didáticas em sala de aula, a partir de concepção, realização, observação e análise de sequência de ensino (ALMOULOU; SILVA, 2012).

Diante dessa caracterização surge o procedimento de validação interna da SD, que segundo Artigue (1996), é um procedimento que ocorre em quatro fases: análise prévia, validação *a priori*, experimentação e validação *a posteriori*. A análise prévia permite ao professor levantar hipóteses e avaliar o quadro teórico didático e os conhecimentos prévios dos

conteúdos que são abordados na SD. Além disso, possibilita realizar uma análise epistemológica do ensino e seus efeitos, dificuldades e obstáculos, entre outras características.

A validação *a priori* tem como principal objetivo a estruturação e organização da SD. Para isso, os pesquisadores utilizaram os resultados das análises preliminares para determinar os números de variáveis de comando (microdidáticas e macrodidáticas) que os pesquisadores irão utilizar para estruturar e organizar a SD. Nessa validação o pesquisador deve levar em consideração algumas características importantes, como descrever as escolhas feitas no nível local e analisar as possíveis dificuldades que os alunos poderão ter durante a SD.

A etapa da experimentação tem como principal objetivo a aplicação da proposta, que foi elaborada e estruturada na validação *a priori*. Por fim, a validação *a posteriori* apresenta a proposta de analisar os resultados das observações e registros das atividades dos alunos durante as etapas da proposta e confrontar os resultados das observações e registros das atividades, com os resultados da análise *a priori*, para que ocorra a validação.

Laborde (1997) apresentou um processo de validação de uma SD um pouco diferente do que Artigue havia sugerido. Nessa validação é constituída por meio de duas etapas classificadas como validações *a priori* e *a posteriori*, que posteriormente foi defendida por Méheut (MENEZES; SANTOS, 2013).

Pensando nas sequências didáticas, a validação *a priori* tem como proposta desenvolver uma SD que apresente clareza e permita observar as lacunas conceituais e conflitos cognitivos dos alunos e as dificuldades que serão vivenciadas na SD. Já validação *a posteriori* foi desenvolvida a partir da consideração de dois critérios distintos e complementares, que são as avaliações externa e interna. A avaliação externa ocorre por meio de realizações de pré e pós-testes, com a perspectiva de analisar os efeitos da SD na aprendizagem dos alunos e comparar os resultados da SD com os resultados do ensino tradicional. Porém, a avaliação interna tem o objetivo de analisar se os resultados obtidos da SD estão de acordo com os objetivos esperados para cada momento de aula (MÉHEUT, 2005).

Para compreender os critérios da validação *a priori* na SD, Méheut (2005) utilizou as concepções das dimensões epistemológicas, psicocognitivas e didáticas apresentadas por Artigue. A dimensão epistemológica apresenta a proposta de analisar o desenvolvimento dos conteúdos durante, antes e após SD. A dimensão psicocognitiva possibilita analisar as condições cognitivas dos estudantes, como domínio e compreensão dos conteúdos apresentados. Por fim, a dimensão didática analisa as características da escola, na perspectiva

de verificar se ela apresenta estrutura suficiente para aplicar a SD, e funcionamento cronológico da SD, tais como carga horária, conteúdos programáticos e entre outras características (MÉHEUT; PSILLOS, 2004).

3.3 Processo EVR: Elaboração, Validação e Reelaboração da Sequência Didática

Segundo Guimarães e Giordan (2013) o processo de elaboração, aplicação e reelaboração (EAR) é um método que possibilita estruturar e validar a SD, por meio das fases que nomeiam o processo. Propomos uma modificação, ao optarmos por utilizar a sigla EVR – Elaboração, Validação e Reelaboração, pois como a sequência didática da pesquisa não será aplicada na sala de aula, mas avaliada perante validação com professores que lecionam a disciplina de química no Ensino Médio, substituímos a letra ‘A’ por ‘V’. Essas etapas seguem uma sequência que se complementam com um único objetivo em validar e reestruturar a SD, como mostra a Figura 4, que descreve a sequência das etapas no processo EVR.

Figura 4: Representação cíclica do processo EVR de validação da SD



Fonte: Elaborado pela autora.

A primeira fase dessa sequência corresponde a etapa de elaboração, que tem o objetivo de estruturar a organização da SD a partir da fundamentação teórica, na perspectiva de orientar e auxiliar a ação dos professores durante a aplicação da SD. Portanto, deve ser apresentado o planejamento e organização da SD com, por exemplo, título, público-alvo, problematização, objetivos geral e específico, conteúdos, avaliação e referências (GUIMARÃES; GIORDAN, 2012).

A segunda fase do processo EVR apresenta o objetivo de validar SD, pois segundo Guimarães e Giordan (2012), essa aplicação pode ser executada utilizando uma das quatro

possibilidades, que são: validação por especialistas, validação por pares, validação por professores coordenadores e aplicação em sala de aula.

A validação por especialistas possibilita os professores/pesquisadores analisar a elaboração da SD, portanto, é um instrumento de validação específica. O principal objetivo dessa validação é garantir que a proposta da SD tenha consolidação maior com as fundamentações teóricas e com a prática de ensino. Essa validação pode ser composta por um instrumento que apresenta 20 itens avaliativos agrupados em quatro dimensões de análise da estrutura e organização, problematização, conteúdos e conceitos e metodologias de ensino e avaliação (GUIMARÃES; GIORDAN, 2012).

A validação por pares é compreendida quando os professores, do mesmo nível de ensino para o qual a SD foi planejada, são convidados a analisar a proposta e o instrumento de validação utilizado tende a ser semelhante ao utilizado pela validação por especialistas.

Por fim, a validação por professores coordenadores ocorre quando os professores coordenadores da escola a qual a SD é destinada à aplicação, participam do processo. O objetivo da participação dos coordenadores na validação é garantir a coerência da SD com a proposta educacional da escola e a integração com outras disciplinas, pela contextualização. Ela pode ser composta por um instrumento que apresenta 20 itens avaliativos, agrupados em 4 dimensões de análise: a escola e a SD, a SD e sua relação como projeto político pedagógico da escola, a problematização e elementos de ensino e aprendizagem (GUIMARÃES; GIORDAN, 2012). Esses itens avaliativos devem ser atribuídos nas respostas dos professores com conceitos: de insuficiente, quando os critérios tiverem pouca ou nenhuma relação da SD; suficiente quando os critérios tiverem relação com a SD; e mais que suficiente quando existir alta relação com os itens avaliativos da SD.

A última fase do processo EVR consiste na reelaboração da SD. Nessa fase o pesquisador tem as informações necessárias para reelaborar a proposta da SD, a partir das intervenções coletadas na fase da aplicação. Sendo assim, a proposta da SD e as informações obtidas na fase de aplicação representam o fechamento cíclico de validação (GUIMARÃES; GIORDAN, 2013).

A sequência didática é uma estratégia educacional que permite se desenvolver em diversas disciplinas e conteúdos educacionais, por isso, optamos em escolher essa estratégia para abordar os conceitos atrelados ao tema biodiesel. Na próxima seção apresentamos um aprofundamento teórico relacionado a temática do biodiesel, na perspectiva de compreender a

política brasileira de produção de síntese desse biocombustível, a Química do biodiesel, e o seu ciclo de funcionamento.

4 A QUÍMICA DO BIODIESEL E SUA POLÍTICA DE PRODUÇÃO NO BRASIL

Segundo Xiao e Gao (2011), o primeiro registro da síntese do biodiesel utilizando óleo vegetal e reação de transesterificação foi realizado em 1853, por E. Duffy e J. Patrick. Quarenta anos depois, em 1893, o alemão Rudolf Diesel desenvolveu o primeiro motor a explosão, após a injeção de combustível fóssil (VARELLA; SANTOS, 2010). No entanto, foi apenas em 1900 que Diesel testou nesse mesmo motor a explosão utilizando combustível derivado do óleo de amendoim e obteve grande sucesso. Após a realização desses testes, ele previu, em 1912, que o óleo vegetal tinha capacidade energética suficiente para ser um combustível importante no futuro, assim como o diesel.

Segundo Ruschel (2014), as potencialidades energéticas das sementes oleaginosas não eram muito vantajosas na época, pois o custo da produção dos biocombustíveis utilizando essas sementes era alto, portanto, não apresentava nenhuma vantagem frente a produção dos combustíveis fósseis. Além disso, nesse mesmo período, o preço dos combustíveis derivados do petróleo estava baixo e o uso de óleos vegetais como biocombustíveis não tinha destaque no cenário energético.

Em 1970, as nações monopolizadas, as circunstâncias políticas, as necessidades do consumo energético da sociedade e as consequências ambientais causados pelo exagero dos combustíveis fósseis, obrigaram os pesquisadores a desenvolver combustíveis alternativos e que fossem ambientalmente amigáveis, pois os derivados de petróleo consumido em larga escala findavam por provocar diversas consequências socioambientais (RUSCHEL, 2014).

A partir das circunstâncias políticas mundiais, como o alto preço dos derivados do petróleo e as consequências socioambientais, as nações voltaram a despertar interesses em produzir biocombustíveis alternativos a partir óleos vegetais e desenvolver Tecnologia necessária para essa produção. Nesse momento, o biodiesel voltou a ganhar destaque mundial por ser um combustível alternativo ao diesel, ser renovável e por reduzir mudanças climáticas que estavam ocorrendo. Diante disso, os governantes passaram a incentivar pesquisadores a desenvolver Tecnologias que possibilitassem produzir o biodiesel, com o objetivo de diminuir o consumo do combustível fóssil e, consequentemente, a emissão de CO₂.

A partir disso, muitos países passaram a produzir o biodiesel utilizando óleos vegetais e gorduras animais por meio da reação de transesterificação, que consiste em reagir o

triglicerídeo, proveniente do óleo ou gordura, com o álcool, em proporções bem definidas e na presença de um catalisador (SUAREZ; MENEGHETTI, 2007).

A produção do biodiesel no Brasil passou por diversas tentativas, sem muito êxito pois as políticas econômicas externas de venda do petróleo inibiam os agricultores e produtores brasileiros deste biocombustível no Brasil. No entanto, após a oficialização do Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB), o país passou a produzir em escala industrial, na perspectiva de misturá-lo ao óleo diesel. Sendo assim, o Brasil tinha objetivo de aumentar a concentração do biodiesel no combustível petrolato e reduzir a emissão de gases poluentes.

4.1 A Política de Cultivo da Soja na Produção do Biodiesel no Brasil

As principais fontes de energia consumida nos últimos anos pela sociedade são derivadas de combustíveis fósseis não renováveis, como carvão, petróleo e gás. No entanto, esses combustíveis são os maiores poluidores atmosféricos atualmente registrados, pois a queima emite grande quantidade de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera. Existem atualmente diversas fontes de energia renováveis que são pouco utilizadas pela sociedade e que causam menos impactos ambientais, quando comparada com as energias de origem fóssil, não renováveis. As biomassas vêm ganhando destaque mundial nos últimos anos, pois além de ser uma dessas fontes energias renováveis elas podem representar 20% na energia consumida no final do século XXI (GOLDEMBERG, 2009).

Diante dessa perspectiva promissora para o futuro dos biocombustíveis, o interesse na sua produção varia de um país para outro, pois existem algumas razões pelas quais alguns países são mais motivados a sintetizar biocombustíveis. Algumas delas são as diminuições da dependência do comércio externo de petróleo, a diminuição das emissões de poluentes veiculares, que causam danos socioambientais, e o controle das concentrações dos Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera. Essas foram as razões principais para que alguns países importadores e dependentes dos combustíveis derivado de petróleo buscassem produzir combustíveis alternativos que substituíssem parcial ou totalmente os insumos fósseis (LEITE; LEAL, 2007).

Em 1970 os países importadores de petróleo foram motivados a diminuir a dependência desses combustíveis, por isso eles começaram a incentivar diversos programas como o desenvolvimento de energias renováveis, economia de energia, o uso de energia nuclear, gás natural e carvão. No Brasil a tentativa de produzir o biodiesel ocorreu mediante Plano de

Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (PRO-ÓLEO), elaborado pela Comissão Nacional de Energia, por meio da resolução nº 007 de outubro 1980. No entanto, em 1980 o preço do barril de petróleo caiu consideravelmente, o que resultou na inviabilidade dos desenvolvimentos de programas de energia renovável, pois necessitava de um alto investimento em tecnologia que permitisse a produção dos biocombustíveis. Nesse caso, como o preço do petróleo estava baixo, não era interessante para os países produzirem biocombustíveis, sendo assim, o programa (PRO-ÓLEO) desenvolvido no Brasil foi fracassado pelo baixo custo dos derivados do petróleo (LEITE; LEAL, 2007).

Diante desse desinteresse governamental pela produção dos biocombustíveis, os cientistas começaram a alertar aos líderes sobre crescente aumento na temperatura média da terra nas últimas décadas. Eles alertaram também que esse aquecimento global estava atrelado à queimada de combustíveis fósseis, pois os cientistas perceberam que os níveis de CO₂ na atmosfera haviam subido de 280 ppm, no início da revolução industrial, para 380 ppm nas últimas décadas (LEITE; LEAL, 2007). É possível observar nessas informações que os cientistas tinham a perspectiva de sensibilizar a população e governantes sobre a problemática socioambiental, sugerindo que se retomasse a produção dos biocombustíveis.

Em 1992 foi realizado no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente para aprovar importantes documentos referentes às mudanças climáticas. Uma delas foi a Convenção Quadro das Nações Unidas. Segundo Amado (2011), essa convenção apresentou diversos objetivos específicos, sendo um deles a estabilização da concentração de GEE na atmosfera em um nível que possa evitar uma interferência perigosa no sistema climático. A Convenção Quadro das Nações Unidas tem a proposta de proteger o sistema climático em benefício das gerações presentes e futuras, por meio de uma ação conjunta entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (CERON; PORTO, 2012).

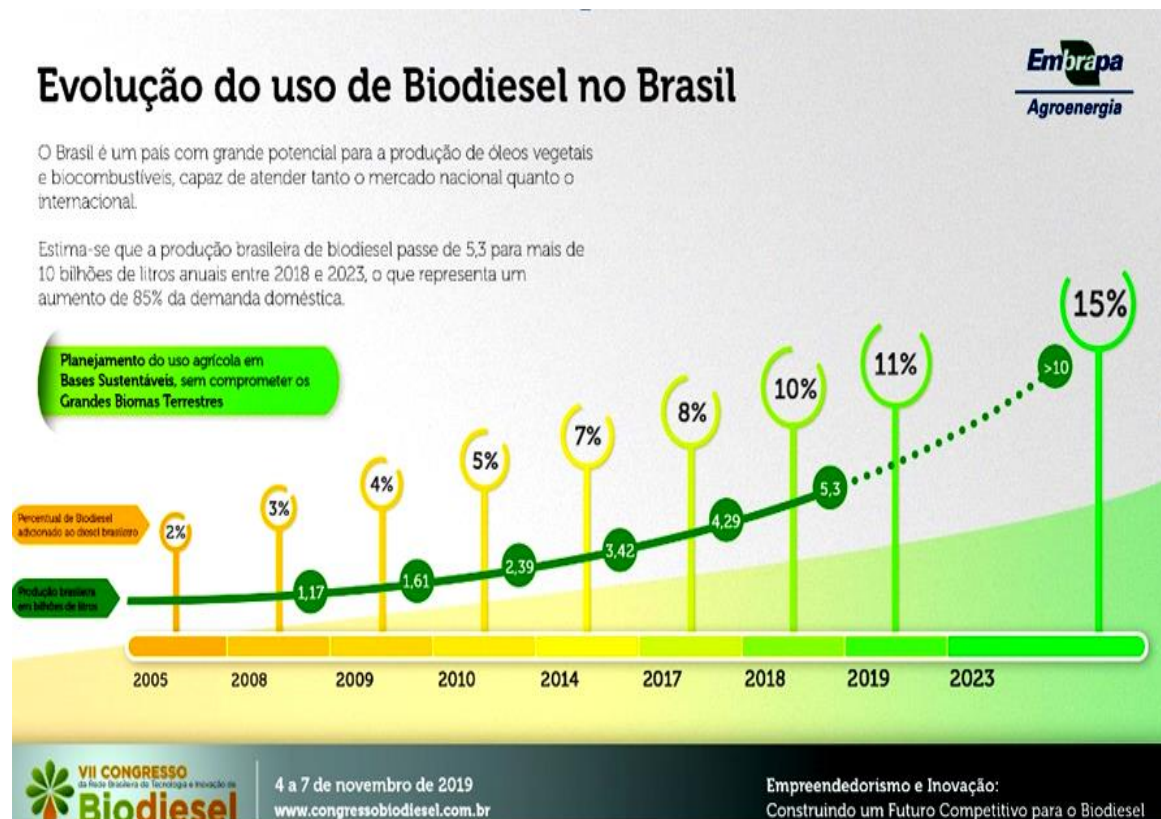
Nas últimas décadas o preço do petróleo oscilou consideravelmente a cada ano, cerca de 20 a 70 dólares americanos. Essa oscilação de preço é causada pela instabilidade política e social nas regiões produtoras e pela máxima extração de petróleo. Diante disso, o Brasil voltou a se interessar mais intensamente pela produção do biodiesel, tanto por causa da oscilação do preço do petróleo no mercado externo como o amplo consumo do biodiesel brasileiro na Alemanha (LEITE; LEAL, 2007).

O Brasil apresenta grandes potencialidades de produzir diversos tipos óleos vegetais como, por exemplo, a soja, milho, amendoim, algodão, babaçu, palma, entre outras. Porém, atualmente a soja é a oleaginosa que representa cerca de 90% da produção total de óleo vegetal

no Brasil. Essa representatividade está associada à geografia do território brasileiro, ao clima, ao grande teor de óleo presente na semente da soja e ao desenvolvimento tecnológico na produção de soja em grande escala (FERRARI; OLIVEIRA; SCABIO, 2005). Diante isso, a soja passou a ser a principal matéria-prima para produção do biodiesel, pois os agricultores dominam o cultivo e a extração do óleo de soja.

A partir 2004 o Brasil oficializou o Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB) regulamentado pela Lei nº 11.097 de 2005, permitindo adicionar alíquotas de 2% do biodiesel no petrodiesel, com a nomenclatura de (B2), para ser comercializados nos postos de combustíveis brasileiros. Além disso, esse regulamento permitia um aumento progressivo dessa alíquota de biodiesel a partir de 2008, conforme mostra a Figura 5:

Figura 5: Consumo de biodiesel no Brasil



Fonte: EMBRAPA

A Figura 5 mostra que após a lei nº 11.097 de 2005 a produção biodiesel no Brasil vem crescendo a cada ano, em consequência da exigência do aumento porcentual do biodiesel na mistura do diesel. Portanto, a perspectiva é produzir no Brasil cerca de 10 bilhões de litros de biodiesel entre 2018 e 2023. Diante disso, percebemos que a produção do biodiesel no Brasil é algo promissor para os próximos anos.

A produção do biodiesel no Brasil apresenta perspectiva de aumento gradual nos próximos anos, por causa do acréscimo na concentração do biodiesel no óleo diesel. Esse crescimento na produção do biodiesel possibilita promover diversas vantagens à sociedade e ao meio ambiente. Para compreender uma dessas vantagens é necessário observar o ciclo de funcionamento do biodiesel, pois ele informa todas as etapas de produção do biodiesel, que vai da plantação, em que as plantas realizam fotossíntese reduzindo a concentração de CO₂ na atmosfera, até a comercialização desse biocombustível e reação de combustão.

Segundo Silva et al. (2009), o efeito estufa é caracterizado pelo aumento da temperatura média da terra em decorrência das altas concentrações de GEE, permitindo a retenção do calor do sol na terra. Atualmente existe cerca de setenta GEE's que promovem o efeito estufa, porém, os que provocam mais intensamente esse efeito são os vapores de água, monóxido de carbono, dióxido de carbono, ozônio, óxido nitroso, metano e clorofluorcarbonos (CFC). Esses gases vêm contribuindo com cerca de 90% na alteração da temperatura do planeta (PINGUELLI et al., 2002). O aquecimento global causa diversos problemas socioambientais e um desses é expansão volumétrica da água dos oceanos entre vinte e sessenta centímetros em algumas cidades, associada ao degelo parcial das geleiras e calotas polares (MALION, 2008).

Esse aquecimento global ocorre porque a presença de alguns gases na atmosfera faz com que o calor proveniente do sol seja retido na Terra, pois parte da radiação solar é absorvido pelos gases e outra parte é emitida para todas as direções, inclusive para a superfície de Terra na forma de radiação infravermelha. Dessa forma, a energia térmica fica aprisionada no planeta, causando um aumento da temperatura média terrestre.

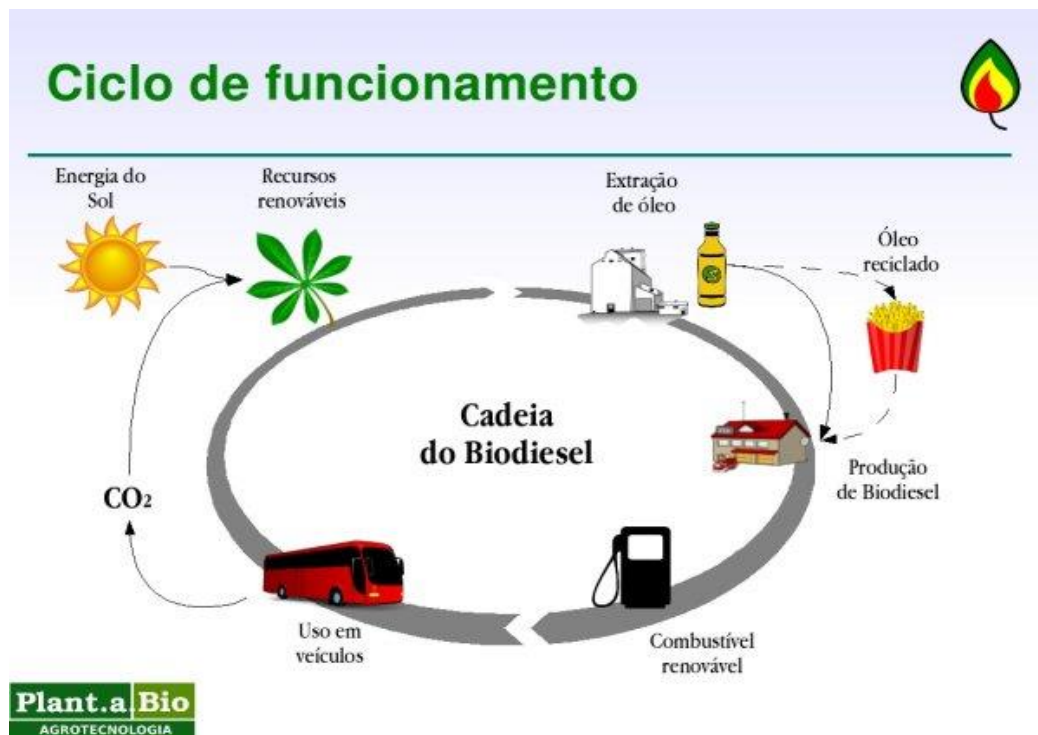
4.2 A Química do Biodiesel e seu Ciclo de Funcionamento

O biodiesel é um combustível renovável produzido a partir de triglicerídeos oriundos de óleos vegetais refinados, semirrefinados, degomados, crus, não comestíveis, óleos sintetizados por micróbios e microalgas, óleos de fritura, gorduras natural ou artificial hidrogenados, sebo bovino, banha, gordura de frango, óleo de peixes e entre outras matérias primas ricas em ácidos graxos e triglicerídeos (DABDOUD; BRONZEL, 2009). Ele é utilizado em automotores e apresenta diversas vantagens socioambientais tais como a redução do CO₂ na atmosfera e a não emissão de compostos sulfurados, que são compostos formadores da chuva ácida. Diante disso, é classificado como um biocombustível, pois além de promover redução de gases poluentes,

ele apresenta potencialidade energética em substituir parcial ou totalmente o diesel de petróleo (SANTOS; PINTO, 2008).

Um exemplo do ciclo de produção é a utilização e redução dos gases poluentes na etapa de plantio dessas oleaginosas, como pode ser observado na Figura 6, que apresenta o seu ciclo de funcionamento, ao se usar óleo vegetais *in natura* ou reciclado.

Figura 6: Ciclo de Funcionamento – Cadeia do Biodiesel



Fonte: Planta Bio

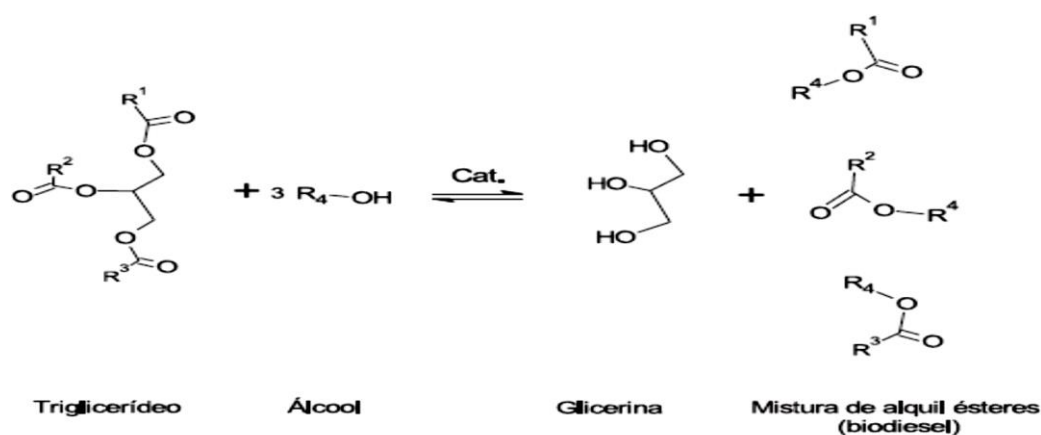
De acordo com a Figura 6, o ciclo de funcionamento do biodiesel ocorre desde a extração dos óleos vegetais ou gorduras animais até a produção do biocombustível utilizando a reação de transesterificação para transformar os triglicerídeos em ésteres de ácidos graxos. A adição de pequenas porcentagens do biodiesel no diesel, de acordo com a lei nº 11.097 de 2005, possibilita a redução da emissão de CO_2 na atmosfera e, por fim, parte desse CO_2 atmosférico é utilizado no processo de fotossíntese pelas plantas oleaginosas.

Os óleos vegetais extraídos das plantas oleaginosas e gorduras animais são formados quimicamente por ácidos graxos livres ou combinados (derivados), substâncias extremamente importantes para a produção do biodiesel. As oleaginosas podem conter mais de dez tipos de ácidos graxos diferentes ligados a glicerina, o que permite uma mistura complexa de moléculas grandes de ácido graxos derivados, que são substâncias que podem ser encontradas como mono, di e triacilglicerídeos. Dessa forma, os derivados de ácidos graxos que constituem mais de 90%

dos óleos vegetais e gorduras animais são ácidos graxos de triaglicerídeos e são eles que participam da reação de transesterificação na produção de síntese do biodiesel (RAMALHO; SUAREZ, 2013).

De acordo com as normas da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o único método utilizado na produção do biodiesel é o processo de transesterificação. Nesse método é necessário um mol de triglicerídeos para reagir com três mols do álcool, na presença de um catalisador homogêneo, heterogêneo ou enzimático. Ao fim desse processo, os triglicerídeos se transformam em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos, biodiesel (FROEHNER; LEITHOLD, 2007), conforme é observado na Figura 7.

Figura 7: Reação de transesterificação de triglicerídeos.



Fonte: Lôbo e Ferreira (2009)

Na reação de transesterificação apresentada na Figura 7 o álcool é um reagente importante e os álcoois mais comumente utilizados nessa reação são metanol ou etanol. No entanto eles apresentam diferenças quanto ao tempo de realização da síntese e o produto.

O metanol apresenta maior reatividade, o que permite uma reação mais rápida em menor temperatura, porém, o etanol apresenta algumas vantagens durante a transesterificação, pois ele é menos tóxico, renovável e dá mais lubricidade ao biodiesel. As principais desvantagens em utilizar o etanol durante a reação são promover maior dispersão da glicerina e dificultar a separação do biodiesel na etapa final (LÔBO; FERREIRA, 2009).

A escolha do catalisador no processo de produção do biodiesel é extremamente importante, pois um catalisador inadequado na reação pode causar algumas desvantagens durante a síntese. Há atualmente diversos tipos de catalisadores. Quanto à natureza física, existem o homogêneo ou heterogêneo, e quanto à natureza química existem os alcalinos, ácidos

ou enzimáticos. Dentre as opções, os mais comumente usados são os homogêneos alcalinos, como os alcóxidos provenientes dos hidróxidos de sódio ou potássio, por possuírem baixo custo comercial e promoverem um bom rendimento reacional (LÔBO; FERREIRA, 2009). No entanto, o uso desses catalisadores alcalinos na presença de óleos ácidos ou de água no meio reacional, podem desencadear reações indesejadas como a saponificação, que promove a formação de sabão no biodiesel (FROEHNER; LEITHOLD, 2007).

A composição química do biodiesel pode ser representada por uma grande mistura de diversos ésteres de ácidos graxos de cadeia carbônica longa entre doze (12) e dezoito (18) carbonos, dependendo da origem de sua matéria prima, conforme mostra a Tabela 1:

Tabela 1: Composição química em ácidos graxos de diversos tipos de óleo vegetais.

Ácido graxo		Óleo vegetal								
		Soja	Milho	Algodão	Uva	Oliva	Amendoim	Palma	Cacau	Girassol
C12:0	Láurico	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
C14:0	Mirístico	0,2	0,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,9	0,1	0,1
C16:0	Palmitico	11,0	13,0	27,3	7,0	10,2	12,5	43,7	0,1	5,5
C16:1	Palmitoléico	0,2	0,0	0,8	0,1	0,7	0,0	0,1	0,3	0,1
C17:0	Heptadecanóico	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
C18:0	Estearico	4,2	2,5	2,0	3,0	2,5	2,5	4,5	44,6	4,7
C18:1	Oléico	21,8	30,5	18,3	22,1	78,1	37,9	39,8	48,1	19,5
C18:2	Linoléico	53,3	52,1	50,5	67,2	7,1	41,3	10,5	4,9	68,5
C18:3	Linolênico	7,5	1,0	0,0	0,5	0,6	0,3	0,3	0,1	0,1
C20:0	Araquídico	0,3	0,5	0,3	0,1	0,5	0,5	0,2	1,5	0,3
C20:1	Gadoléico	0,2	0,2	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,1	0,1
C22:0	Behênico	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,1	0,9
C22:1	Erúcico	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
C24:0	Lignocérico	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,2

Fonte: Ramos et al. (2011)

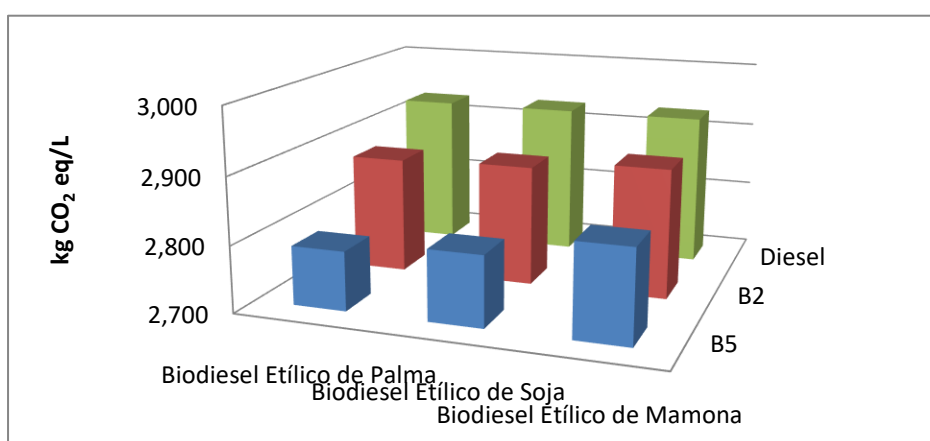
Ao observar a Tabela 1 é possível visualizar que algumas espécies de óleo vegetais têm composição química de ácidos graxos diferentes. Um exemplo dessa diferença é que apenas a soja contém os ácidos graxos láuricos. No entanto, o óleo de soja contém cerca de 53,3 % (em massa) de ácido graxo insaturado de linoleico o que representa teor alto quando comparado com outros óleos. A principal desvantagem do ácido linoleico é a reação de oxidação, pois quando exposto ao oxigênio em altas temperaturas compromete o funcionamento do motor veicular devido ao seu número de insaturações (FERRARI; OLIVEIRA; SCABIO, 2005).

Embora o óleo de soja seja usado como principal matéria-prima na produção de biodiesel no Brasil, existem outros óleos como canola, dendê, girassol e outros de cadeias hidrocarbônicas entre C16 e C18, que permitem ao biodiesel apresentar ponto de ebulição entre 300-357°C, atendendo, portanto, às especificações necessárias para a produção do biocombustível (DABDOUD; BRONZEL, 2009).

A qualidade do biodiesel é determinada tanto pela sua composição graxa, como pelos limites de contaminantes que podem estar presentes no biocombustível durante o processo de síntese ou no próprio óleo vegetal. Esses contaminantes podem prejudicar no transporte, manuseio, estocagem, qualidade de emissões de queima, mau desempenho e danificação da integridade do motor (LÔBO; FERREIRA, 2009).

O biodiesel foi desenvolvido para ser um produto alternativo ao diesel, pois eles apresentam algumas semelhanças. Apesar disso, ele não pode substituir totalmente o óleo diesel, pois apresenta alta viscosidade, promove combustão incompleta, contém ácidos graxos livres e apresenta baixa volatilidade, o que permite a produção de depósitos nos injetores de combustível das máquinas (GERIS, 2007). Diante dessas problemáticas, são adicionadas pequenas porcentagem de biodiesel no óleo diesel, hoje uma mistura B11 (11% de biodiesel). Ao adicionar alíquotas percentuais de biodiesel no diesel consegue-se promover a redução do CO₂ na atmosfera, conforme mostra o Gráfico 1, com uma mistura de B2 (2% de biodiesel) e de B5 (5% de biodiesel), por exemplo:

Gráfico 1: Emissão de CO₂ dos combustíveis: B2, B5 e diesel.



Fonte: Brasil (2005).

O Gráfico 1 mostra o aumento da porcentagem do biodiesel no diesel e a consequente redução da emissão do CO₂. Ao comparar os resultados do combustível 100% não renováveis (diesel) com os com as suas misturas contendo 2% e 5% de biodiesel é possível verificar uma

redução de cerca 4,9% entre B5 (biodiesel etílico de palma) e o óleo diesel. Além disso, o gráfico mostra que o tipo do óleo vegetal utilizado no processo de síntese do biodiesel também pode influenciar na redução do CO₂, pois ao comparar dos biodieseis dos óleos da palma e da mamona, a palma emite menos gás CO₂ a atmosfera, reduzindo, portanto, o efeito estufa.

5 METODOLOGIA

Apresentaremos, nesta seção, a metodologia da pesquisa, estruturada em três tópicos: elaboração, validação e reelaboração da sequência didática desenvolvida nesta pesquisa. A fase de elaboração da sequência didática apresenta a proposta inicial deste trabalho, que tem o objetivo de ser validada por professores. A fase de validação, na qual escolhemos o processo de validação por pares, que possibilita professores que lecionam a disciplina de química no Ensino Médio avaliarem a proposta da SD inicialmente apresentada. E por fim, a fase de reelaboração, que consiste em reelaboração da proposta a partir da validação por pares, na perspectiva de facilitar e otimizar a abordagem desta sequência didática nas escolas.

5.1 Caracterização da Pesquisa

A metodologia desta pesquisa foi centrada na utilização de uma sequência didática com aporte na abordagem CTS para a construção de conceitos de Química com o tema biodiesel. Portanto, escolhemos trabalhar nesta pesquisa com a perspectiva qualitativa, pois possibilita que as percepções dos professores, na análise por pares, sejam consideradas no máximo dos aspectos conceituais e metodológicos, a partir de um conjunto de respostas com significados que não podem ser calculados e mensurados.

Dessa forma, o fenômeno qualitativo, utilizado nesta pesquisa, possibilita realizar uma interpretação mais profunda entre a pesquisa e os dados que não podem ser operacionalizadas por variáveis (MINAYO, 1995). Portanto, o estudo proposto foi centrado em analisar dados e interpretá-los utilizando o modo descritivo, de como o professor consegue analisar todas as etapas da sequência didática.

5.2 Elaboração da Sequência Didática

A partir da necessidade socioambiental em utilizar combustíveis alternativos, como o biodiesel, analisar as consequências causadas pelo consumo em larga escala dos combustíveis derivados do petróleo e abordar temas educacionais relacionados à energia, foi estruturada a sequência didática, a partir da abordagem CTS, considerada como eixo norteador as dimensões epistêmica e pedagógica. As escolhas dos principais temas das aulas e a elaboração da proposta de SD foram estruturadas a partir da sequência de etapas da abordagem CTS apresentadas por Aikenhead (1994). A proposta da SD contém seis etapas metodológicas serão apresentadas a seguir nesta seção.

5.2.1 ETAPA I: Concepções Prévias e Apresentação do Tema Social

Número de aula/minutos: 02 aulas/100 minutos.

Principais temas: A importância dos combustíveis na sociedade e a consequência ambiental da queima dos combustíveis fósseis.

A escolha desse tema tem a proposta é realizar uma abordagem que permita os alunos reconhecerem a importância dos combustíveis na sociedade os problemas socioambientais relacionado os combustíveis fósseis.

Conteúdos químicos: Efeito estufa, gases do efeito estufa (GEE), geometria molecular.

Os conteúdos químicos abordados nesta aula têm a proposta de promover o ensino e aprendizagem atrelados as consequências ambientais causadas pela queima dos combustíveis fósseis.

Ação dos participantes: Inicialmente os alunos devem responder a um questionário para levantamento dos conhecimentos prévios (APÊNDICE I). A proposta desse questionário é analisar o conhecimento prévio dos alunos relacionado aos conhecimentos de combustíveis renováveis e não renováveis, a importância o uso da energia na sociedade e as consequências socioambientais atrelados aos derivados de petróleo. Em seguida, são apresentados dois vídeos (APÊNDICE II) com a proposta de observar a necessidade social de consumir combustível e as problemáticas sociais e ambientais causados pelo consumo exagerado de combustível fóssil como, por exemplo, o aquecimento global, e propor uma discussão entre os alunos para solucionar os problemas socioambientais relacionado a esse consumo. Após a exibição dos vídeos, propomos a utilização de um simulador (APÊNDICE III) na perspectiva de facilitar a compreensão dos conceitos, do micro para o macro. Esse simulador permite visualizar a geometria das moléculas gasosas que causam a intensificação do efeito estufa, como essas moléculas retêm e emitem energia térmica ao meio ambiente, além disso, o simulador mostra a formação o efeito estufa na atmosfera. Esse simulador será utilizado para realizar uma abordagem teórica dos conteúdos químicos. Em seguida, um debate mediado pelo professor como a perspectiva de os alunos sugerirem soluções que possam resolver as problemáticas sociais ambientais abordados durante a aula.

Atividades avaliativa: Questionário prévio e debate.

5.2.2 ETAPA II: Introdução dos Aspectos Tecnológicos

Número de aula/minutos: 01 aulas/50 minutos.

Principais temas: As Tecnologias relacionadas à produção e utilização do biodiesel na sociedade.

Esse tema de aula a apresenta a proposta dos alunos conhecerem a tecnologia e as potencialidades energéticas do biodiesel em substituir parcialmente o diesel. Além disso, verificar os impactos positivos socioambientais relacionados a essa substituição.

Conteúdo químico: Concentração de biodiesel no óleo diesel.

O conteúdo químico abordado nesta aula tem a proposta de apresentar aos alunos as concentrações em fração das misturas do biodiesel no óleo diesel que foram e são comercializados nos postos de combustíveis brasileiros, a partir das siglas: B2, B3, B4, B11 e B15.

Ação dos participantes: No primeiro momento os alunos devem assistir mais um vídeo (APÊNDICE IV) sobre a energia do Brasil, mostrando as políticas e a produção do biodiesel no país. A escolha desse vídeo para ser exibido na aula tem a proposta de permita os alunos compreender a tecnologia de produção do biodiesel e os impactos socioambientais relacionados a utilização desse biocombustível. Após a exibição do vídeo, os alunos deverão elaborar um infográfico no computador da escola, utilizando modelos gratuitos de infográficos na internet (APÊNDICE V), com a perspectiva de criar informações visuais sobre a importância do biodiesel como biocombustível e as políticas públicas adotadas no Brasil tanto no cultivo da matéria-prima (óleos) para fabricação, assim como, a adição alíquotas no óleo diesel.

Atividade avaliativa: Construção de infográficos no PowerPoint.

5.2.3 ETAPA III: Introdução dos Aspectos Científicos

Número de aula/minutos: 02 aulas/100 minutos.

Principais temas: Conceitos científicos associados à temática biodiesel.

O tema dessa aula foi estrutura na perspectiva de os alunos compreenderem os conhecimentos científicos atrelados ao biodiesel.

Conteúdo químico: Nomenclaturas e propriedades físico-químicas das funções orgânicas oxigenadas: álcoois, ácido carboxílico e ésteres.

Esses conteúdos químicos possibilitam promover um ensino e aprendizagem relacionados os conhecimentos científicos do biodiesel.

Ação dos participantes: Aula expositiva dialogada sobre os conceitos químicos atrelados à síntese do biodiesel como, por exemplo, as funções orgânicas, nomenclatura e propriedades. Após essa abordagem, os alunos deverão formar duplas para jogar. Esse desafio possibilita os participantes formarem diversas estruturas de compostos orgânicos e nomeá-las corretamente (APÊNDICE VI). Vence o jogo os participantes que conseguirem acertar mais estruturas orgânicas e nomenclaturas apresentadas no jogo. Esse jogo foi elaborado na perspectiva de verificar a aprendizagem dos alunos relacionados aos conhecimentos científicos químicos da orgânica como, funções e propriedades físico-química.

Atividades avaliativa: O desafio das duplas sobre as estruturas e nomenclaturas das funções orgânicas álcoois e ésteres.

5.2.4 ETAPA IV: Introdução dos Aspectos Científicos

Número de aula/minutos: 01aula /50 minutos.

Principais temas: Conceitos científicos associados à temática biodiesel.

Esse tema apresenta os mesmos critérios de aulas elaborados na etapa metodológica da etapa anterior, pois é uma continuação da abordagem dos conceitos científicos do biodiesel.

Conteúdos Químicos: Óleos, gorduras, triglicerídeos e reação de transesterificação.

Os conteúdos químicos selecionados nesta aula têm a perspectiva os alunos compreenderem as principais substâncias e reações químicas que participam do processo de síntese do biodiesel. Por isso, selecionamos tais conteúdo para serem abordados nesta etapa metodológica.

Atividade desenvolvida: Neste momento será realizada uma fundamentação teórica sobre os conteúdos químicos apresentados na etapa anterior, como a proposta de facilitar a compreensão dos alunos quanto as principais substâncias presentes no processo de síntese do biodiesel, assim como a reação de transesterificação utilizada nessa síntese.

Atividade avaliativa: A avaliação dessa atividade se dá a partir da participação durante a aula.

5.2.5 ETAPA V: Atividade Experimental

Número aula/minutos: 02 aulas/100 minutos.

Principais temas: Síntese do Biodiesel.

O tema desta aula tem a característica de proporcionar a culminância das aulas de introdução aos aspectos científicos, a partir da síntese do biodiesel.

Conteúdos químicos: Síntese do biodiesel a partir da reação de transesterificação e separação de mistura por decantação.

Os conteúdos químicos apresentado nesta aula está atrelado ao procedimento metodológico experimental de síntese do biodiesel que os alunos deverão realizar, portanto o aluno deverá conhecer a reação de transesterificação, que permite produzir o biocombustível, e realizar procedimentos de separação de mistura.

Ação dos participantes: Os alunos deverão formar grupos de cinco pessoas e em seguida, após receber material didático informando os procedimentos metodológicos, realizar a prática experimental da síntese do biodiesel (APÊNDICE VII). Após o término da síntese os alunos deverão responder três questões presentes no material didático. Esta aula tem a proposta de retomar ao tema Tecnologia do biodiesel utilizando o conhecimento científico, proposto na sequência de etapas CTS.

Atividade avaliativa: Em grupo, os alunos irão sintetizar o biodiesel e responder as questões.

5.2.6 ETAPA VI: Retomada da Questão Social.

Número de aula/minutos: 1 aula/50 minutos.

Principais temas: A importância dos combustíveis na sociedade e a consequência ambiental causada pela queima desses combustíveis fósseis.

A proposta deste tema de aula é retomar as situações problemas relacionados as consequências socioambientais atreladas aos combustíveis fósseis.

Conteúdos químicos: Aquecimento global e biodiesel.

Os conteúdos químicos presentes nesta etapa metodológica têm a perspectiva de os alunos solucionar problemas socioambientais relacionados aos combustíveis fósseis, a partir do

conhecimento sobre aquecimento global e biodiesel abordados durante aplicação da sequência didática.

Ação dos participantes: A proposta dessa aula é retomar a problemática social apresentada na primeira etapa metodológica da SD, na perspectiva de desenvolver uma ação participativa, a partir da tomada de decisão. Sendo assim, os alunos deverão formar grupos de quatro pessoas e receber problemas abertos (APÊNDICE VIII), o principal critério dessa atividade é os alunos analisarem e listarem as possíveis causas e consequências do aumento da temperatura do Recife e da escassez de óleo diesel no Brasil, além de propor possíveis melhorias para minimizar essas problemáticas.

Atividades avaliativa: Por meio de debate, cada grupo irá expor suas análises e considerações sobre os problemas apresentados aos grupos.

A proposta desta SD foi estruturada a partir da abordagem CTS e dos conceitos de sequência de etapas CTS apresentado por Aikenhead (1994). Além disso, utilizamos as ideias de dimensões epistemológica e pedagógica apresentadas por Méheut (2004), na perspectiva de planejar as etapas metodológicas desta SD. Sendo assim, elaboramos no quadro 2 o resumo da proposta desta SD.

Quadro 2: Resumo da sequência didática

Apresentação da Elaboração da Sequência Didática				
Etapas	Tema principal / Tempo	Conteúdos	Ação dos participantes	Atividades
I	A importância dos combustíveis na sociedade e a consequência ambiental da queima desses combustíveis fósseis. 02 aulas / 100 min.	Efeito estufa e os gases do efeito estufa (GEE)	Os alunos responderam um questionário, com a proposta de realizar a avaliação diagnóstica e em seguida assistir dois vídeos.	Questionário de prévios e debate.
II	As tecnologias relacionadas à produção e utilização do biodiesel. 01 aula / 50 minutos.	Concentração de biodiesel no óleo diesel.	Os alunos iram assistir um vídeo contendo informações econômicas e tecnológicas do biodiesel do Brasil	Construção de infográficos

III	Conceitos científicos associados à temática biodiesel. 02 aulas / 100 minutos	Nomenclaturas e propriedades físico-químicas das funções orgânicas.	Será realizada uma aula expositiva dialogada sobre os conteúdos químicos apresentados na aula.	Jogo orgânico.
IV	Conceitos científicos associados à temática biodiesel. 01 aula / 50 minutos.	Óleos, gorduras, triglicerídeos e reação de transesterificação.	Será realizada uma aula expositiva dialogada sobre os conteúdos químicos apresentados na aula.	A avaliação será pela participação durante a aula.
V	Síntese do Biodiesel. 02 aulas / 100 minutos.	Reação de transesterificação e separação de mistura.	Produzir biodiesel a partir de óleo de cozinha.	Responder questionário.
VI	A importância dos combustíveis na sociedade e a consequência ambiental causada pela queima desses combustíveis fósseis. 01 aula / 50 minutos.	Aquecimento global e biodiesel.	Os alunos responderam três situações apresentadas na sociedade e que estão atreladas ao tema biodiesel.	Debate.

Fonte: Elaborado pela autora.

No quadro 2 é possível verificar, nos temas principais da SD, a presença dos elementos de sequência de etapas CTS de Aikenhead (1994), pois apresentamos inicialmente aos alunos os problemas socioambientais relacionados aos combustíveis fósseis, em seguida utilizamos da tecnologia do biodiesel para buscar soluções essas problemáticas, compreender a ciência que envolve essa tecnologia e, por fim, propor problemas socioambientais atreladas aos combustíveis fósseis, com os estudantes assumindo o papel de sujeitos ativos e participativos na resolução de problemas..

O processo de validação por pares utilizado nesta pesquisa ocorreu a partir da participação dos professores que lecionam ou já lecionaram a disciplina de Química no Ensino Médio, na perspectiva de obter informações dos professores que atuam nas escolas do Ensino

Médio para otimizar a proposta da SD desta pesquisa. Além disso, essa validação foi subdividida em dois momentos, o primeiro foi a uma análise prévia e o segundo a validação da proposta da SD. A seguir, iremos apresentar os caminhos percorridos nesse processo de validação.

5.3 Validação por Pares: Caminhos para Reelaboração

A proposta da SD proposta nesta dissertação é realizar uma abordagem CTS com o tema biodiesel para alunos para alunos do 3º ano do Ensino Médio, com a perspectiva de apresentar conteúdos como efeito estufa, concentração do biodiesel no óleo diesel, nomenclaturas e propriedades físico-químicas das funções orgânicas oxigenadas, principalmente álcoois e ésteres, reação de transesterificação, óleos, gorduras e triglicerídeos, relevantes no currículo escolar do Ensino Médio de Química e no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Diante desse período atípico de pandemia da COVID-19, em que a sociedade brasileira se encontra em isolamento social, optamos em analisar esta SD utilizando a fase de validação por pares, apresentada no processo EAR, aqui adaptado para EVR.

A validação por pares consiste na participação dos professores de Química do Ensino Médio analisarem a proposta da SD apresentada nesta pesquisa. O único critério para escolha desses professores eram apenas que eles lecionassem ou que houvessem lecionado a disciplina de Química no Ensino Médio. Após essa escolha, os professores receberam por e-mail formulários que permitiram realizar uma análise prévia sobre as dimensões didáticas e cognitivas dos professores participantes e analisar a proposta da sequência didática desta pesquisa, como pode ser observado no quadro 3.

Quadro 3: Resumo da Validação por Pares

Validação por Pares			
Validação Previas		Validação da Sequência Didáticas	
Dimensão Didática	Perfil do professor; Metodologia e estratégia de ensino; Conteúdos relacionados aos biocombustíveis;	Originalidade no tema; Clareza e inteligibilidade da proposta; Adequação temporal;	Articulação entre o tempo, contexto e conteúdo; Aspectos metodológicos;
Dimensão Cognitiva	Sequência didática; Abordagem CTS;	Escolha do tempo e contexto; Escolha dos conteúdos;	Organização das atividades e a contextualização; Aspectos avaliativos; Sugestão dos professores;

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao observar no quadro 3 é possível verificar os caminhos percorridos neste processo de validação por pares aplicado nesta pesquisa nos quais foram divididas, a partir de duas categorias validação prévia e a sequência didática, sendo assim iremos detalhar as análises dos dados da Validação por pares a seguir.

5.4 Análises dos Dados da Validação por Pares

A análise dos dados para a validação da SD foi realizada por meio das informações coletadas nos formulários enviados aos professores de Química do Ensino Médio. No formulário existe uma análise prévia, na perspectiva de conhecer o perfil dos professores, e uma análise nas etapas metodológicas da SD. O principal objetivo foi promover a reelaboração da SD apresentada nesta pesquisa.

5.4.1 Análises dos dados da avaliação prévia

A análise prévia deste trabalho foi ancorada nas ideias da engenharia didática apresentadas do Artigue (1996), sobre as dimensões didática e cognitiva dos professores especialistas. Sendo assim, objetivo dessa análise prévia foi verificar se esses professores conhecem e/ou utilizaram SD e abordagem CTS, como perspectiva educacional que auxilie os professores na elaboração de metodologias e que possibilite estimular os alunos ao conhecimento químico.

A dimensão didática apresenta a proposta de analisar algumas características didáticas dos professores a partir de três subcategorias. A primeira subcategoria analisou a formação curricular dos professores. A segunda subcategoria analisou se os professores utilizam metodologias e estratégias de ensino que estimulam e despertam no interesse dos alunos pela Ciência e Tecnologia, por meio de abordagem de temas atuais e se desenvolvem aulas experimentais que interligam teoria e prática. A terceira subcategoria analisou se os professores abordam a temática biodiesel nas aulas de Química.

A dimensão cognitiva apresenta a proposta de analisar os conhecimentos teóricos dos professores relacionados às estratégias didáticas apresentadas nesta pesquisa, abordagem CTS e sequência didática. Essa dimensão foi analisada a partir de duas subcategorias. A primeira analisa se os professores têm conhecimento sobre SD a partir das dimensões epistemológica e pedagógica apresentada por Méheut (2005), e se eles já utilizaram essa estratégia de ensino. A segunda subcategoria tem a perspectiva de analisar se os professores conhecem a abordagem CTS e a sequência de etapas apresentadas por Solomon e Aikenhead (1994) e se eles já utilizaram essa abordagem. Um resumo da validação prévia está no Quadro 3.

Quadro 4: Validação Prévia

Categoria	Subcategoria	Descrição	Crítérios de Resposta
Dimensão Didática	Perfil do professor	Analisar a formação curricular dos professores analisadores da SD desta pesquisa.	Análise da formação inicial e continuada (em pós-graduação) dos participantes da pesquisa.

	Metodologia e estratégia de ensino.	Analisar se os professores utilizam estratégias didáticas que abordam temas ou conteúdos que possibilitam interligar teorias e prática	<u>Mais que suficiente</u>: se os professores abordam temas que interligam teoria à prática e relatam como realizam essa abordagem. <u>Suficiente</u>: se os professores abordam temas que interligam teoria à prática, porém eles não relatam como realizam essa abordagem. <u>Insuficiente</u>: se os professores não abordam temas que interligam teoria à prática.
		Analisar se os professores abordam durante o ano letivo temas atuais, com a proposta de despertar interesse dos alunos pela química.	<u>Mais que suficiente</u>: se realizam abordagem com temas atuais e relatam quais os temas foram abordados. <u>Suficiente</u>: se realizam abordagem com temas atuais, porém não relatam quais os temas foram abordados. <u>Insuficiente</u>: se não realizam abordagem com temas atuais.
	Conteúdos relacionados aos biocombustíveis	Analisar se os professores abordam tema relacionado ao biodiesel em sua prática pedagógica.	<u>Mais que suficiente</u>: se os professores abordam tema relacionado biodiesel no ano letivo. <u>Suficiente</u>: se os professores abordam, às vezes, tema relacionado biodiesel no ano letivo. <u>Insuficiente</u>: se os professores não abordam tema relacionado biodiesel no ano letivo.
Dimensão Cognitiva	Sequência didática	Analisar se os professores elaboram aulas e atividades que atendam as ideias de dimensões epistêmicas e pedagógicas. E se conhecem essas dimensões.	<u>Mais que suficiente</u>: se os professores conhecerem as dimensões epistêmica e pedagógica e sabem diferenciar. <u>Suficiente</u>: se os professores conhecerem superficialmente as dimensões epistêmica e pedagógica e não sabem diferenciar.

			Insuficiente: se os professores não conhecerem as dimensões epistêmica e pedagógica.
	Abordagem CTS	Analisar se os professores realizam abordagem CTS em suas práticas pedagógicas.	<u>Mais que suficiente:</u> se os professores realizaram abordagem CTS durante as aulas de química e explicaram como ocorreu essa experiência didática. <u>Suficiente:</u> se os professores realizaram abordagem CTS durante as aulas de química, porém não explicaram como ocorreu essa experiência didática. <u>Insuficiente:</u> se os professores nunca realizaram abordagem CTS durante as aulas de química.
		Analisar se os professores consideram importante a sequência de etapas apresentada por Aikenhead, para estruturação e elaboração na abordagem CTS.	<u>Mais que suficiente:</u> se os professores considerarem importante essa sequência de etapas e explicarem essa importância. <u>Suficiente:</u> se os professores considerarem importante essa sequência de etapas, porém não explicarem essa importância. <u>Insuficiente:</u> se os professores não considerarem importante essa sequência de etapas.

Fonte: Elaborado pela autora.

5.4.2 Análises dos dados para Validação da Sequência Didática

Esta validação tem como principal característica analisar as avaliações que professores de química no Ensino Médio realizaram sobre a SD desta pesquisa. Essa análise foi realizada com base nas três categorias, implantada por Guimarães e Giordan (2012) e modificadas por Simões Neto, Soares e Alves (2019), que correspondem: análise sobre a estrutura e organização; tema, contexto e conteúdo; e metodologia de ensino e avaliação.

Na categoria análise sobre a estrutura e organização apresenta a proposta de investigar a apresentação estrutural e organizacional da sequência didática a partir de três subcategorias: originalidade; clareza e inteligibilidade; e adequação temporal.

- A subcategoria originalidade verificou possível existência de outras SD com mesma abordagem CTS no estudo do biodiesel e se essa SD apresentada neste projeto desperta o interesse pelos conteúdos químicos abordados;
- A subcategoria clareza e inteligibilidade apresentou proposta de analisar se as explicações da SD estão claras e suficientes para realizar a aplicação da SD;
- A subcategoria adequação temporal foi verificado se o tempo estabelecido para cada etapa metodológica permitirá cumprir com os objetivos apresentado na SD;

A categoria tema, contexto e conteúdo apresentou a perspectiva de analisar, não apenas conteúdos químicos que estão coerentes com tema e contexto da SD, mas se os alunos atingiram as expectativas de aprendizagens esperadas para cada etapa metodológica. Nessa categoria foram analisadas três subcategorias: escolha do tema e contexto; escolha do conteúdo; e articulação entre o tema, contexto e conteúdo.

- A primeira subcategoria apresenta a perspectiva de verificar se o tema e o contexto apresentado na SD possibilitaram ao aluno compreender a ciência e tecnologia para solucionar problemas socioambientais;
- A subcategoria “escolha dos conteúdos químicos” possibilitou verificar se os conteúdos abordados nas etapas metodológicas dialogam com o tema apresentado nesta pesquisa;
- A terceira subcategoria verificou se há uma coesão entre o tema, contexto e conteúdo entre as etapas da sequência didática;

A terceira categoria apresenta uma relevante importância no processo de validação, pois a metodologia de ensino e o processo avaliativo de uma SD são aspectos principais para promover desenvolvimento do ensino-aprendizagem. Portanto, para essa categoria foram realizadas em três subcategorias: aspectos metodológicos; organização das atividades e contextualização; e aspectos avaliativos.

- A primeira subcategoria verificou se a metodologia da SD permite alcançar os objetivos esperados e se as estratégias didáticas são diversificadas e adequadas para aplicação SD nas escolas;
- A segunda subcategoria analisou se a SD apresenta atividades contextualizadas sobre os conteúdos químicos;

- A terceira subcategoria analisou o processo avaliativo da SD e verificou se essas atividades são adequadas e suficientes para alcançar com os objetivos esperados da aula;

O quadro 4 contém resumidamente todas as informações necessárias para compreender as categorias e subcategorias presente nesse processo de validação.

Quadro 5: Validação da Sequência didática

Subcategoria	Descrição	Crítérios de Resposta
Originalidade no tema.	Analisar se a proposta educacional apresentada nessa pesquisa permite despertar a curiosidade e interesse pela ciência e tecnologia.	<u>Mais que suficiente:</u> se a sequência didática permitir despertar o interesse nos alunos e sem observações. <u>Suficiente:</u> se a sequência didática permitir despertar o interesse nos alunos, porém com algumas observações. <u>Insuficiente:</u> se a sequência didática não permitir despertar o interesse nos alunos.
Clareza e inteligibilidade da proposta.	Analisar se SD as etapas metodológicas apresentam explicações compreensíveis à aplicação da SD nas escolas.	<u>Mais que suficiente:</u> se apresentar explicações compreensíveis para sua aplicação e sem observações. <u>Suficiente:</u> se apresentar explicações compreensíveis para sua aplicação, porém com algumas observações. <u>Insuficiente:</u> se não apresentar explicações compreensíveis para sua aplicação.
Adequação temporal.	Analisar se o tempo disponível para cada momento metodológico é suficiente para desenvolver as propostas didáticas da SD.	<u>Mais que suficiente:</u> se o tempo para cada etapa metodológica for suficiente para realização das atividades e sem observações. <u>Suficiente:</u> se o tempo para cada etapa metodológica for suficiente para realização das atividades, porém com algumas observações. <u>Insuficiente:</u> se o tempo para cada etapa metodológica não for suficiente para realização das atividades.

Escolha do Tema e Contexto.	Analisar se o tema e o contexto abordados na sequência didática possibilitam os alunos compreenderem a ciência e tecnologia do biodiesel, e a solucionar as problemáticas sociais e ambientais atrelados à queima do óleo diesel	<u>Mais que suficiente</u>: se o tema e o contexto possibilitam aos alunos a compreenderem e utilizarem a ciência e tecnologia para solucionar problemas socioambientais e sem observações. <u>Suficiente</u>: se o tema e o contexto possibilitam aos alunos a compreenderem e utilizarem a ciência e tecnologia para solucionar problemas socioambientais, porém com algumas observações. <u>Insuficiente</u>: se o tema e o contexto não possibilitam aos alunos a compreenderem e utilizarem a ciência e tecnologia para solucionar problemas socioambientais.
Escolha do conteúdo.	Analisar se os conteúdos químicos apresentados nas etapas metodológicas estão alinhados ao tema biodiesel	<u>Mais que suficiente</u>: se os conteúdos escolhidos estão alinhados com o tema da pesquisa e sem observações. <u>Suficiente</u>: se os conteúdos escolhidos estão alinhados com o tema da pesquisa, porém com algumas observações. <u>Insuficiente</u>: se os conteúdos escolhidos não estão alinhados com o tema da pesquisa.
Articulação entre o tema, contexto e conteúdo.	Analisar se todas as etapas metodológicas da sequência didática estão coesas e interligadas ao tema, contexto e conteúdo.	<u>Mais que suficiente</u>: se as etapas não estão coesas e interligadas com ao tema, contexto e conteúdos e sem observações. <u>Suficiente</u>: se as etapas não estão coesas e interligadas com ao tema, contexto e conteúdo, porém com algumas observações. <u>Insuficiente</u>: se as etapas não estão coesas e interligadas com ao tema, contexto e conteúdo.
Aspectos metodológicos.	Analisar se as etapas metodológicas apresentam potencialidade de alcançar os objetivos específicos das aulas.	<u>Mais que suficiente</u>: se as etapas metodológicas não apresentarem potencialidade de alcançar os objetivos específicos das aulas. <u>Suficiente</u>: se as etapas metodológicas apresentarem potencialidade de alcançar os objetivos específicos das aulas, porém com algumas observações.

		<u>Insuficiente:</u> se as etapas metodológicas não apresentarem potencialidade de alcançar os objetivos específicos das aulas.
	Analisar se a sequência didática contém atividades diversificadas que podem ser aplicadas nas escolas.	<u>Mais que suficiente:</u> se a sequência didática contém atividades que podem ser aplicadas nas escolas. <u>Suficiente:</u> se a sequência didática contém atividades que podem ser aplicadas nas escolas, porém com algumas observações. <u>Insuficiente:</u> se a sequência didática contém atividades que não podem ser aplicadas nas escolas.
Organização das atividades e a contextualização.	Analisar se a sequência didática apresenta atividades contextualizadas que possibilitam os alunos refletir sobre as problemáticas causadas pela queima do óleo diesel.	<u>Mais que suficiente:</u> se apresentar atividades contextualizadas que possibilitam os alunos refletir sobre as problemáticas socioambientais. <u>Suficiente:</u> se apresentar atividades contextualizadas que possibilitam os alunos refletir sobre as problemáticas socioambientais, porém com algumas observações. <u>Insuficiente:</u> se não apresentar atividades contextualizadas que possibilitam os alunos refletir sobre as problemáticas socioambientais.
Aspectos avaliativos.	Analisar se as atividades avaliativas das etapas metodológicas possibilitam contribuir com os objetivos das aulas.	<u>Mais que suficiente:</u> se as atividades avaliativas possibilitam contribuir com os objetivos das aulas. <u>Suficiente:</u> se as atividades avaliativas possibilitam contribuir com os objetivos das aulas, porém com algumas observações. <u>Insuficiente:</u> se as atividades avaliativas não possibilitam contribuir com os objetivos das aulas.
Sugestão dos professores.	Analisar as intervenções dos professores analistas relacionados a propostas da SD, a partir dos pontos negativos e positivos.	<u>Mais que suficientes:</u> se houver apenas pontos positivos. <u>Suficiente:</u> se houver apenas pontos negativos e positivos. <u>Insuficiente:</u> se houver apenas pontos negativos.

Fonte: Elaborado pela autora.

Validação por Pares			
Validação Previas		Validação da Sequência Didáticas	
Dimensão Didática	Perfil do professor; Metodologia e estratégia de ensino; Conteúdos relacionados aos biocombustíveis;	Originalidade no tema; Clareza e inteligibilidade da proposta; Adequação temporal;	Articulação entre o tempo, contexto e conteúdo; Aspectos metodológicos;
Dimensão Cognitiva	Sequência didática; Abordagem CTS;	Escolha do tempo e contexto; Escolha dos conteúdos;	Organização das atividades e a contextualização; Aspectos avaliativos; Sugestão dos professores;

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos dados e sua discussão estão apresentadas em três subseções: a concepção da elaboração da sequência didática, que tem como foco a apresentação e discussão da proposta da sequência didática descrita na metodologia, a validação por pares e a análise dos especialistas, que tem perspectivas de realizar uma análise prévia com professores Química e coletar dados de intervenções dos especialistas, e por fim, a reelaboração da proposta da sequência didática.

6.1 A Concepção da Sequência Didática

A elaboração da sequência didática apresentou foco na abordagem CTS e no estudo do biodiesel para o Ensino Médio, sendo estruturada em seis momentos. No primeiro momento é apresentado ao aluno o problema social e ambiental do aquecimento global, causado também pela queima de combustíveis fósseis. O professor deve apresentar ao aluno o problema socioambiental atrelado ao tema da aula na perspectiva de conhecer as causas e consequências do aquecimento global.

O segundo momento tem a característica de possibilitar ao aluno analisar o uso da Tecnologia para minimizar as consequências socioambientais associadas ao tema da aula. Portanto, essa análise possibilita ao aluno a conhecer o uso do biodiesel como uma Tecnologia que permite reduzir a emissão de gases que causam o aumento da temperatura do planeta.

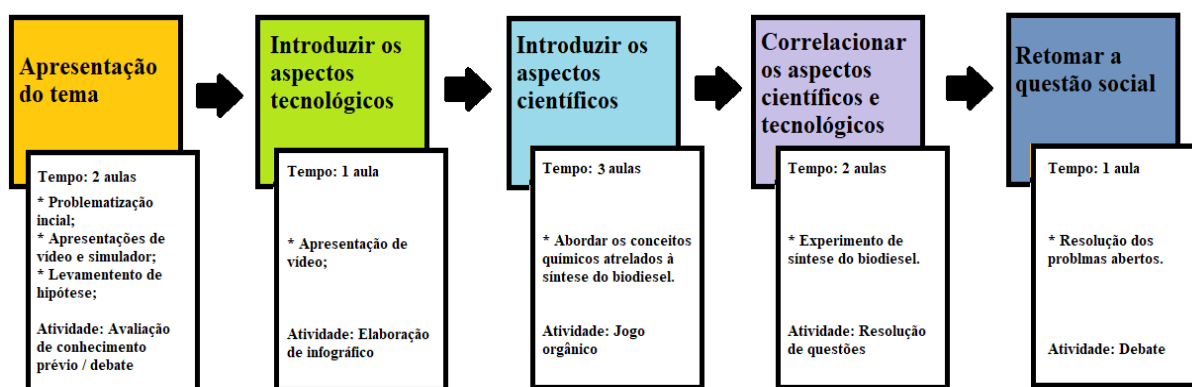
No terceiro e quarto momento são abordados o conhecimento científico para que o aluno compreenda o uso da tecnologia para solucionar os problemas socioambientais inicialmente apresentados na sequência didática. Dessa forma, ele pode construir o conhecimento científico necessário para compreender o biodiesel como um combustível renovável e que pode ser sintetizado a partir de gorduras vegetais e animais.

O quinto momento possibilita ao aluno estudar a Tecnologia a partir do estudo científico abordado no momento anterior, como o objetivo de consolidar o alinhamento dos estudos científico e tecnológico. No sexto momento ocorre a retomada da questão social, na busca de soluções considerando o conhecimento científico e tecnológico discutido durante a sequência

didática. Portanto, esse momento didático irá possibilitar ao aluno a apresentar uma atitude cidadã para solucionar problemáticas socioambientais.

Para melhor visualização das etapas planejadas elaboramos um organograma, na Figura 8, que permite observar a organização desses momentos didáticos, haja vista que essas etapas metodológicas forma ancoradas nas ideias Méheut e Aikenhead.

Figura 8: Resumo da proposta da sequência didática



Fonte: Elaborada pela autora.

6.2 A Validação por Pares e Análise dos Especialistas

O processo de validação por pares ocorreu a partir de duas etapas: a primeira com o objetivo de realizar uma análise prévia com professores especialistas e a segunda de analisar as propostas de intervenção que eles propõem para a sequência didática. Esse processo de validação contou com a participação de seis professores de Química.

6.2.1 Análise Prévia

Esta primeira análise tem a perspectiva de conhecer o perfil dos professores especialistas, a partir de oito questões abertas. Sendo assim, duas perguntas buscam analisar a formação curricular dos professores e os resultados para essas questões se encontram na Tabela 2:

Tabela 2: Perfil curricular dos professores envolvidos na pesquisa

Participante	Graduação	Formação Complementar
A	Licenciatura em Química	Pós-graduado

B	Licenciatura em Química	-
C	Licenciatura em Química	Pós-graduado
D	Licenciatura em Química	-
E	Licenciatura em Química (Incompleto)	-
F	Licenciatura em Química	Pós-graduado

Fonte: Elaborada pela autora.

Todos os professores envolvidos nesta pesquisa possuem graduação em licenciatura em Química, no entanto, um professor está no processo de conclusão da graduação. Três possuem pós-graduação. Diante disso, inferimos que as repostas presentes nesse processo de validação são oriundas de professores que apresentam relevante conhecimento na área de ensino de Química.

A terceira possibilitou verificar as metodologias e as estratégias de ensino predominantemente escolhidas pelos especialistas em sala de aula. Nesta questão foi realizada a seguinte pergunta: Em suas aulas você utiliza estratégias didáticas que abordam temas ou conteúdos que possibilitam interligar teorias e prática? Justifique sua resposta”. A Tabela 3 apresenta os resultados encontrados.

Tabela 3: Respostas da 3ª questão da avaliação prévia

Participante	Resposta	Critério
A	Sim, sempre procurando do contexto para construção do conhecimento Químico.	Suficiente
B	Geralmente antes de iniciar algum conteúdo, busco trazer situações cotidianas que façam referências ao conteúdo científico. Essa ligação entre teoria e prática acontecem nas aulas de química, já nas de matemática (também leciono) tenho dificuldades de fazer essa relação.	Mais que suficiente

C	Sim. Sempre que possível procuro adequar atividades práticas as aulas teóricas, com a finalidade de tornar mais significativo aquilo que ensino.	Suficiente
D	Sim. Costumo pensar em temas que percebo interesse por parte dos estudantes. Geralmente, abordo a parte histórica, pois percebi que os estudantes também se interessam muito. Posteriormente apresento a importância do estudo de determinado conceito científico. Além disso, busco contextualizar e levar ferramentas ou recursos didáticos que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem.	Mais que suficiente
E	Sim, o ensino de ciências necessita dessa interação com a prática, mediar o conhecimento produzido em aula com suas aplicações práticas favorecem aos estudantes um melhor aprendizado.	Suficiente
F	Algumas vezes, como nas escolas que leciono não possuem laboratórios, tento levar algumas práticas para associar aos conteúdos ensinados.	Suficiente

Fonte: Elaborada pela autora.

É possível observar, na Tabela 3, que todos os professores relatam que em suas aulas abordam temas ou conteúdos que possibilitam interligar teoria e práticas durante as aulas de Química. O professor “A” afirma que utiliza a contextualização para a construção do conhecimento químico, sendo sua resposta classificada como suficiente.

O professor “B” relata abordar situações cotidianas na busca em realizar uma abordagem contextualizada do conteúdo científicos. Além disso, relata que essa estratégia ocorre facilmente durante as aulas de Química. Atribuímos classificação mais que suficiente, a repost, pois ele aborda situações cotidianas como estratégia para interligar teoria e prática.

O professor “C” também afirma que em suas estratégias de ensino procura sempre que possível interligar teoria e prática com o objetivo de tornar mais significativo o conteúdo da

Química, porém, não relatou se durante aulas são abordados temas atuais ou do cotidiano para a interligação, sendo assim o critério utilizado foi suficiente.

De acordo com a afirmação do professor “D”, é possível inferir que a estratégia de ensino relatada é mais que suficiente, pois utiliza abordagem histórica, contextualização e outros recursos didáticos.

Já a afirmação do professor “E” é considerada suficiente, pois ele relata a importância da interação entre teoria e prática na perspectiva de facilitar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, porém, não explica como ocorre a abordagem.

O relato do professor “F” é considerado suficiente. Embora às vezes sejam utilizadas estratégias de aulas práticas na escola que leciona, mesmo sem laboratório, ele considera importante interligar teoria e prática na perspectiva de despertar o interesse do aluno pelas aulas práticas. No entanto, ele não cita como ocorre a contextualização.

A quarta pergunta deste processo avaliativo permite analisar se durante as aulas os professores abordam temas atuais no ensino de Química. As respostas dos participantes se encontram na Tabela 4.

Tabela 4: Respostas da 4ª questão da avaliação prévia

Participante	Resposta	Critério
A	Sim, é uma forma de fomentar debates e reflexões, dando sustentação ao processo de ensino aprendizagem do conhecimento Químico.	Suficiente
B	Na maioria das vezes sim, trago situações também antigas como exemplo o acidente de Goiânia Goiás com o Césio 137. Uma temática que faço relações com a energia nuclear.	Mais que suficiente
C	Sim. Procuro ensinar o conteúdo programático proposto pelos documentos norteadores abordando temas atuais e que possam interessar aos alunos.	Suficiente

D	Sim. Já trabalhei com algumas temáticas como: alimentação saudável; efeito estufa; combustíveis fósseis; reciclagem de lixo eletrônico (logística reversa); solo e sua relação com o pH; a química por trás dos cosméticos, entre outros.	Mais que suficiente
E	Sim, apresentar o quanto o conhecimento em química é presente na vida dos estudantes, é trazer a importância não só da aplicação do conhecimento, mas da química como ciência que transforma e oferece a possibilidade do estudante em modificar a sua realidade.	Suficiente
F	Sim. A química se torna uma ciência desestimulante se não forem apresentadas práticas que reforcem as teorias.	Suficiente

Fonte: Elaborado pela autora.

Observamos na Tabela 4 que todos os participantes afirmam abordar, durante o ano letivo, temas atuais que permitem reflexões sobre a relação do mundo material com o conhecimento científico nas aulas de Química. Sendo assim, é possível inferir que os professores analisadores valorizam temas atuais para introdução e sensibilização dos problemas atuais relacionados à sociedade e ao meio ambiente.

A afirmação do professor “A” foi classificada como suficiente pois ele acredita que ao realizar uma abordagem com temas atuais pode haver interação entre os alunos, a partir de debates e reflexão do tema. Além disso, acredita que essa estratégia possibilita consolidar o ensino e aprendizagem do conhecimento químico.

O relato do professor “B” foi classificado como mais que suficiente, pois além do professor de afirmar que utiliza temas atuais nas aulas de Química, cita alguns exemplos de temas que já foram abordados durante as suas aulas.

O professor “C” apresentou resposta suficiente, pois embora não tenha especificado quais os temas atuais que já foram abordados durante as aulas de Química, ele relatou abordar temas atuais sugeridos pelos documentos norteadores para o ensino de Ciências.

É possível verificar na resposta do professor “D” que a sua abordagem de temas atuais no ano letivo é mais que suficiente. Foram citados vários exemplos de abordagem em sala com temas atuais e relevantes para o conhecimento químico e cotidiano dos alunos.

A resposta do professor “E” apresentou critério suficiente, pois embora tenha relatado a importância de abordagem de temas atuais como um instrumento modificador da realidade dos alunos, o professor não realizou nenhuma abordagem de temas atuais durante o ano letivo, além do mais, ele não mostrou como essa abordagem possibilita despertar o interesse pelo conhecimento químico.

A partir da afirmação do professor “F” é possível atribuir a classificação suficiente, porque mesmo diante da afirmação realizada pelo professor, a justificativa não trouxe argumentos que comprove a abordagem de temas atuais realizada nas suas aulas.

A quinta pergunta possibilitou analisar se os professores realizam, durante o ano letivo abordagem com tema biodiesel, tema sugerido pelos documentos oficiais da educação. Os resultados para essa pergunta se encontram na Tabela 5.

Tabela 5: Respostas da 5ª questão da avaliação prévia

Participante	Resposta	Critério
A	Periodicamente não, apenas quando o tema se torna pertinente ao debate, como a produção energética ou desastres ambientais com combustíveis fósseis.	Suficiente
B	Importante sim, nunca trabalhei com esse tema.	Insuficiente
C	Sim. Porém, não de forma muito abrangente. Dentro do conteúdo de química orgânica, ao se falar de combustíveis que representam fontes renováveis, eu cito e falo um pouco sobre o biodiesel.	Suficiente
D	Nunca abordei essa temática. É possível associá-la com o conteúdo científico de "Funções Orgânicas" no 3º ano do Ensino	Insuficiente

	Médio. Entretanto, já abordei combustíveis fósseis e as suas implicações ambientais.	
E	Ainda não obtive a oportunidade de trabalhar esse tema em sala de aula.	Insuficiente
F	É um tema de extrema importância uma vez que ele é um biocombustível e os biocombustíveis fazem parte do nosso cotidiano, reduzindo as emissões de gases poluentes. Sempre abordo a temática dos biocombustíveis quando falo de temas relacionados ao meio ambiente.	Mais que suficiente

Fonte: Elaborada pela Autora.

De acordo com as respostas dos professores participantes foi possível verificar que 50% das respostas apresentaram resultados insuficientes para abordagem do tema biodiesel nas aulas de Química no Ensino Médio, pois embora seja considerada uma temática importante, os professores ainda não realizaram essa abordagem durante sua experiência docente. Além disso, apenas 33,5% das respostas obtiveram resultados suficientes, pois os professores relataram que haviam realizado abordagem temática do biodiesel, porém, não anualmente. Apenas um participante apresentou resposta mais que suficiente, pois realiza essa abordagem anualmente na escola.

Diante disso, é possível verificar nas respostas desses participantes que eles não realizam a abordagem do tema do biodiesel nas escolas, um tema relevante e atual, pois a Tecnologia do biodiesel apresenta a proposta de minimizar a emissão de gases poluentes na atmosfera, consequentemente, reduzir a intensificação do efeito estufa, os avanços do aquecimento global e outras consequências socioambientais. Por isso, a sugestão de elaborar uma proposta de sequência didática com abordagem CTS com temática biodiesel no Ensino Médio, nos parece significativa.

A resposta do professor “A” foi considerada suficiente, porque embora não seja realizada uma abordagem constante sobre o tema, sempre que oportuno é apresentado aos alunos para debate, elencando as consequências ambientais causados pela queima dos combustíveis fósseis.

O relato do professor “B” foi considerado insuficiente, já que ele considera importante essa temática nas aulas de química, porém, nunca trabalhou o biodiesel em suas aulas.

A resposta do professor “C” foi considerada suficiente, porque embora nunca houvesse realizado uma abordagem aprofundada sobre o tema nas aulas de Química, o professor informa que busca interligar os conteúdos científicos de Química Orgânica aos conhecimentos tecnológicos do biodiesel.

A resposta do professor “D” foi insuficiente, pois ele afirma que nunca abordou a temática do biodiesel nas aulas de Química, embora acredite ser possível associar a temática biodiesel com alguns conteúdos da Química Orgânica.

O professor “E” afirma que nunca houve a oportunidade de trabalhar com tema na escola, por isso essa afirmação foi considerada insuficiente, de acordo com os critérios estabelecido na metodologia desta pesquisa.

A resposta do professor “F” foi mais que suficiente, porque ele considera o conteúdo do biodiesel como uma Tecnologia relevante para o conhecimento dos alunos, pois possibilita interligar o conhecimento científico e tecnológico atrelado ao cotidiano do aluno.

A sexta pergunta possibilitou analisar o conhecimento cognitivo dos participantes relacionado aos conhecimentos teóricos sobre a sequência didática. Sendo assim, realizamos a seguinte pergunta: “No planejamento da sequência didática é necessário o professor elaborar aulas e atividades que atendam as ideias de dimensões epistêmicas e pedagógicas. Você conhece essas dimensões epistêmicas e pedagógicas? Se sim, justifique sua resposta”. Os resultados associados as respostas para essa pergunta se encontram na Tabela 6.

Tabela 6: Respostas da 6ª questão da avaliação prévia

Participante	Resposta	Critério
A	Sim, durante a minha formação acadêmica percebi que as sequencias didáticas seria um recurso proativo para o processo de ensino, assim como tornava a aprendizagem mais significativa.	Suficiente

B	Acredito que de modo geral são dimensões que contribuem para que o estudante tenha uma aprendizagem significativa.	Suficiente
C	Sim. A dimensão epistêmica relaciona os conhecimentos do mundo material (trazidos pelo aluno) com o conhecimento científico. O professor deve entender que o aluno tem um conhecimento cotidiano e é preciso aproximar esse conhecimento do conhecimento científico. A dimensão pedagógica representa as relações entre os personagens do processo ensino/aprendizagem, ou seja, professor e alunos, alunos e alunos. Então, sempre que se for preparar aulas é necessário levar em consideração essas duas dimensões.	Mais que suficiente
D	Sim. É o modelo do Losango Didático de Méheut. A dimensão epistêmica considera a natureza do conhecimento, ou seja, se preocupa com complexidade dos conceitos científicos, com os problemas de aprendizagem. Já a dimensão pedagógica considera a relação professor-estudante.	Mais que suficiente
E	Sim, mediar o conhecimento ao estudante a partir da apresentação da formação do conhecimento, da sua aplicação, de como surgiu e para que surgiu aquele conhecimento, capacita o estudante a entender a necessidade do conhecimento adquirido como uma ferramenta para a transformação do meio.	Suficiente
F	Não.	Insuficiente

Fonte: Elaborado pela autora.

Observamos na Tabela 6, que cerca de 50% das respostas dos professores participantes foram suficientes, pois relataram que dimensões epistêmicas e pedagógicas são algo importante

par ao ensino e aprendizagem, mas não conseguiram explicar o que são e qual a importância dessas dimensões na elaboração de uma sequência didática. No entanto, duas respostas foram consideradas mais que suficiente, pois demonstraram compreensão nos conceitos e importância das dimensões epistêmica e pedagógica no planejamento da sequência didática. Um participante deu a resposta curta: não.

Em suma, foi possível verificar que mais da metade dos professores conhecem, ao menos de modo sucinto, o modelo de Mehéut para sequências didáticas e a importância de se conhecer as dimensões epistêmicas e pedagógicas no planejamento de uma sequência didática. O que agrega ao potencial da validação proposta para esse trabalho.

A sétima pergunta possibilitou analisar o conhecimento e utilização dos participantes com relação a abordagem CTS. As respostas dessa questão se encontram na tabela 7.

Tabela 7: Respostas da 7ª questão da avaliação prévia

Participante	Resposta	Critério
A	Sim, foi muito proveitosa, inclusive fez parte de projetos que culminaram com publicação de pesquisa em eventos e capítulos de livros.	Mais que suficiente
B	Nunca utilizei.	Insuficiente
C	Não. Pretendo realizar futuramente, mas até o momento nunca realizei uma abordagem CTS nas aulas.	Insuficiente
D	Não.	Insuficiente
E	Não.	Insuficiente
F	Nunca abordei nenhuma prática CTS em sala de aula.	Insuficiente

Fonte: Elaborado pela autora.

Apenas o professor “A” realizou atividade exitosa com a abordagem CTS e que essa experiência permitiu realizar projetos e publicação de pesquisa e eventos, portanto, esse relato foi considerado mais que suficiente. As demais respostas foram consideradas insuficientes, pois

os docentes nunca desenvolveram trabalhos com a abordagem CTS no ensino de Química. Apenas o professor “C” relatou que embora não tenha realizado abordagem CTS nas aulas de química, tem interesse de futuramente utilizar.

Diante desses dados apresentados na tabela 7, podemos inferir que os participantes não apresentam experiência na abordagem CTS. O que não invalida o corpo de participantes, uma vez que a expertise pensada foi relacionada ao conhecimento químico, pois se trata de uma validação por pares.

A oitava pergunta buscou analisar se os participantes conhecem a proposta da sequência de etapas apresentada por Solomon e Aikenhead. As respostas dos participantes se encontram na Tabela.

Tabela 8: Respostas da 8ª questão da avaliação prévia

Participante	Resposta	Critério
A	Acredito que a sequência é um recurso que possibilita uma organização lógica, contudo, creio que o ideal seja que essas etapas sejam cíclicas, de maneira que uma leve a outra mais sem criar hierarquias.	Suficiente
B	É importante, porém no dia a dia na sala de aula o tempo muitas vezes não dá para trabalhar detalhadamente essas etapas.	Suficiente
C	Sim. Pois a sequência de etapas apresenta por esses autores foge a metodologia de ensino tradicional. Ao apresentar um problema de interesse dos alunos, esse problema irá despertar a curiosidade deles, fazendo com que esses alunos possam refletir sobre o problema, utilizem meios tecnológicos e tomem decisão que viabilize a solução do problema. Dessa maneira, as etapas apresentadas por Solomon e Aikenhead, a meu ver, proporciona meios para a construção de conhecimento científico nos	Mais que suficiente

	alunos e, portanto, representa uma alternativa promissora para o processo de aprendizagem.	
D	Sim. Pois toda sequência tem uma intencionalidade de organização do trabalho pedagógico.	Suficiente
E	Sim, ao fazer uma análise diagnóstica do conhecimento prévio e uma outra análise após o término da sequência, possibilita ao estudante comparar o seu conhecimento inicial, que muitas vezes é construído a partir de sua vivência com o ambiente, com o conhecimento mediado, que foi apresentado e transformou aquele conhecimento inicial a partir das bases que a ciência o apresenta, traz a reflexão do conhecimento ao estudante, possibilita o entendimento através da construção que ele fez.	Mais que suficiente
F	Sim. Considero muito importante a utilização dessa sequência para abordagem em sala de aula, apesar de nunca ter utilizado a abordagem CTS em minhas aulas de química.	Suficiente

Fonte: Elaborado pela autora.

A maior parte das respostas dos professores participantes foi considerada suficiente, pois eles acreditam que a sequência de etapas CTS, apresentada pelos autores Solomon e Aikenhead, é importante para a realização da abordagem CTS no ensino das Ciências, porém, não conseguiram justificar essa importância e nem reconheciam quais eram as etapas.

Podemos observar isso na justificativa do professor “A”, que acredita que a sequência de etapas seja cíclica e sem criar hierarquias. Mas a proposta dos autores é de fato uma sequência de etapas cíclicas, pois o início da etapa é retomada ao final da sequência. Além do mais, o fato de ser uma sequência organizada, com etapas bem definidas, não significa que ela

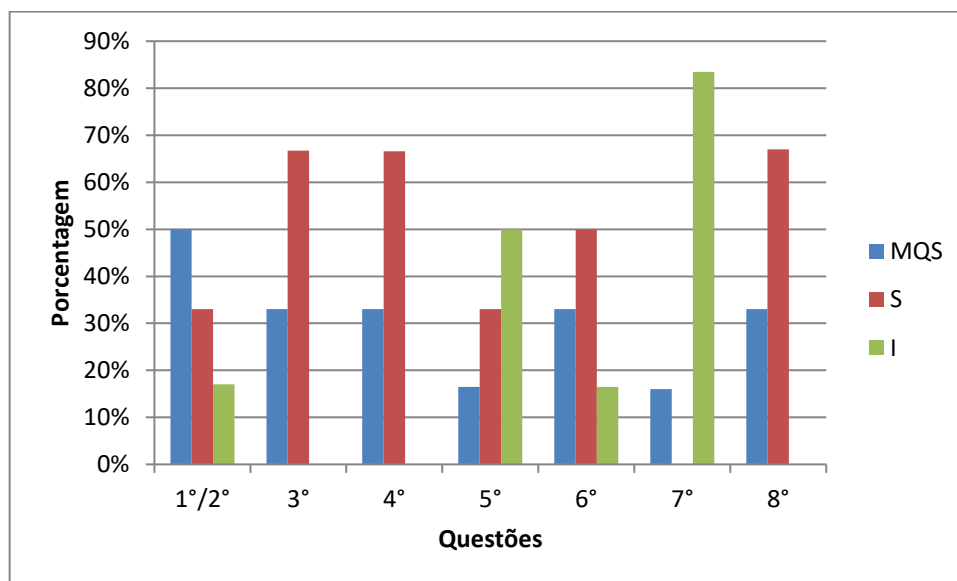
seja hierárquica, ou seja, uma mais importante que outra, pelo contrário, todas as etapas se complementam e são importantes é necessária para o ensino e aprendizagem dos alunos.

Para o professor “B” a abordagem dessas etapas é importante para o desenvolvimento cognitivo do aluno, mas a torna inviável, pois são muitas etapas, o que demanda tempo para trabalhar. A proposta dos autores não determina quantas aulas o professor irá utilizar para realizar a abordagem CTS, sendo assim, fica a critério do professor elaborar a sequência didática com menos etapas, caso seja necessário.

Já o professor “D” confirma que toda sequência tem uma intencionalidade e deve apresentar uma organização para alcançar os objetivos esperado de ensino e aprendizagem. O participante “F” considera importante essa organização da sequência de etapas CTS, embora, nunca tenha realizado trabalhos pedagógicos com essa abordagem CTS.

Observamos também que duas das respostas dos participantes foram consideradas mais que suficiente, pois justificaram a relevância da proposta desses autores para a elaboração da abordagem CTS. O professor “C” relata que a sequência de etapas CTS possibilita despertar a curiosidade dos alunos pela Ciência e Tecnologia, permitindo que os alunos reflitam sobre as problemáticas e sejam sujeitos ativos na tomada de decisão. Já o professor “E” informa que a proposta da sequência de etapas CTS permite desenvolver reflexão do conhecimento científico e tecnológico a partir de problemas relacionados ao cotidiano do aluno. Portanto, os relatos dos professores “C” e “E” estão alinhados com a proposta da sequência de etapas CTS apresentada por Solomon e Aikenhead, que possibilita promover uma nova estratégia de abordagem para ensino e aprendizagem, a partir da compreensão sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, atrelada às problemáticas vivenciadas no cotidiano do aluno. Vale destacar que os professores “C” e “E” não utilizaram, até o momento da pesquisa, estratégias considerando a abordagem CTS, no entanto, possuem um bom conhecimento sobre as ideias dos autores.

Por fim, para finalizar essa análise prévia como os professores participantes, elaboramos o Gráfico 2 com a perspectiva de facilitar a visualização dos valores percentuais dos dados coletados para cada critério de classificação.

Gráfico 2: Resultados percentuais dos critérios para cada questão

Fonte: Elaborado pela Autora.

Ao observar o Gráfico 2 percebemos que as respostas dos professores nas questões 3, 4, 6 e 8 foram mais classificadas dentro do critério suficiente, isso nos informa que os professores especialistas conseguem desenvolver metodologia que possibilitam realizar abordagem que interligam teoria e prática, que realizam abordagem com temas atuais e que consideram importante a proposta da sequência de etapas CTS apresentadas por Solomon e Aikenhead. No entanto, as questões 5 e 7 apresentam critérios de resposta insuficiente, pois os professores relataram que não abordam o tema biodiesel em suas aulas e desconhecem a importância das dimensões epistêmica e pedagógica para a elaboração de uma sequência didática além disso, eles informaram poucas experiências na aplicação da abordagem CTS no ensino de Química.

6.2.2 Análise da validação da sequência didática

Para validação da sequência didática pelos pares, buscamos coletar a avaliação e sugestões dos professores participantes, que responderam onze perguntas, relacionadas aos critérios de validação propostos na metodologia.

Na primeira questão buscamos verificar se a sequência didática tem potencialidades de despertar interesse dos alunos sobre a temática do biodiesel e sobre a Química. As respostas dos participantes se encontram da Tabela 9.

Tabela 9: Respostas da 1ª questão da validação da sequência didática

Participante	Resposta	Critério
A	Sim, ela está bem-organizada, trata de um tema muito importante, e acima de tudo mescla a metodologia de apresentação das informações.	Mais que suficiente
B	Apresenta sim, é uma temática que na maioria das vezes não é abordada profundamente além de grande potencial para a interdisciplinaridade.	Mais que suficiente
C	Sim. A sequência didática apresentada traz consigo, em suas etapas, atividades que são atrativos aos alunos, a exemplo, jogos, vídeos, aula experimental, debates...	Mais que suficiente
D	Sim. As etapas da sequência estão bem articuladas e concatenadas. Embora seja um pouco extensa, o processo de Elaboração, Aplicação e Estruturação é essencial para recapitular as atividades que serão desenvolvidas. Achei que foi uma SD minuciosamente pensada e com grandes pretensões para não apenas despertar interesse, mas a conscientização dos alunos.	Suficiente
E	Sim, aplicar o conhecimento através de algo presente no cotidiano do estudante, possibilita a ele entender melhor a aplicação do conhecimento.	Mais que suficiente
F	Sim. Quando o professor consegue abordar os temas seguindo toda a sequência didática, torna o conteúdo mais estimulante e interessante para os alunos.	Mais que suficiente

Fonte: Elaborada pela autora.

Ao observar a tabela 9 percebe-se que seis dos participantes consideram que a proposta da SD deste trabalho apresenta potencialidade de despertar interesse dos alunos para o tema biodiesel. Sendo assim, as respostas apresentaram critério mais que suficiente.

É possível verificar esse critério mais que suficiente na resposta do professor “C”, pois ele afirma que a sequência didática apresenta etapas com atividades atrativas aos alunos, como jogos, vídeos, aula experimental, debates, entre outros. Os professores “B” e “E” relatam que a proposta apresenta uma temática presentes no cotidiano do aluno, sendo assim, permite despertar o interesse dos alunos para o conhecimento científico e tecnológico. Já os professores “A” e “F” acreditam que o planejamento e organização de uma SD apresentam, como consequência, possibilidade de estimular o interesse dos estudantes pelo conhecimento químico.

No entanto, uma das respostas dos participantes foi considerada suficiente, pois de acordo com o professor “D”, embora acredite que a sequência didática seja extensa, informa que a proposta do trabalho apresenta pretensões de despertar interesse e conscientização dos alunos para as problemáticas sociais e ambientais atreladas os combustíveis fósseis.

Após as justificativas dos participantes relacionadas à potencialidade da sequência didática despertar interesse dos alunos, consideramos que a sequência proposta possui tema que possibilita estimular os estudantes desenvolver o conhecimento científico e tecnológico relacionado ao biodiesel, além do mais, ela possui planejamento, organização e atividades que ajudam a potencializar esse interesse dos alunos pela Química.

A segunda questão tem o objetivo de verificar se a sequência didática contém explicações fáceis que possibilitam o professor aplicar a proposta nas escolas. As respostas dos participantes para esta pergunta estão na tabela 10.

Tabela 10: Respostas da 2ª questão da validação da sequência didática

Participantes	Respostas da 2ª questão	Crítérios de respostas
A	Sim, acredito que dá para qualquer professor a aplicar em suas aulas, apenas o tempo de aplicação sendo alterado de acordo com a instituição.	Suficiente

B	Sim, a sequência está bem interligada nas suas etapas. Compreensível para qualquer professor também utilizá-la em suas aulas.	Mais que suficiente
C	Sim. Cada etapa da sequência didática em questão traz os informes mínimos a compreensão de quem as lê.	Mais que suficiente
D	Sim. Tive dúvida com relação a problemática social. Pensei que a mesma deveria ser apresentada em forma de pergunta e não de um tema social. Também verifiquei alguns erros de português (gramática) e não consegui compreender as regras do jogo.	Suficiente
E	Sim, as etapas foram descritas de forma que foi possível entender e facilitar a sua aplicação.	Mais que suficiente
F	Sim. São bastante didáticas, pois promovem uma educação participativa dos alunos em relação as consequências ambientais e sociais provocadas pelos combustíveis fósseis e a provável substituição pelos biocombustíveis.	Mais que suficiente

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao visualizar as respostas dos participantes na Tabela 10 conseguimos verificar que cinco dessas respostas apresentaram critério mais que suficiente, pois os professores afirmam que as etapas da sequência didática apresentam clareza na escrita, o que possibilita compreender e aplicar a proposta deste trabalho nas escolas.

Por isso, podemos verificar nas respostas dos professores “B”, “C” e “E” que as etapas da sequência didática estão compreensíveis para qualquer professor utilizar em sala de aula, pois contêm informações suficientes para o professor compreender essa abordagem. Além disso, o professor “F” relatou que ela possibilita promover uma educação participativa.

No entanto, duas respostas dos professores foram compreendidas como suficientes. Embora, os professores “A” e “D” informem que as etapas da sequência didática estão facilmente compreensíveis para aplicação, eles elencaram algumas sugestões relevantes para o aprimoramento da sequência didática, como por exemplo, o tempo de excussão das etapas ser extenso, enfatizar que a etapa inicial da sequência didática seja abordada a partir de uma problemática social que possibilite haver uma discussão entre os alunos na perspectiva de solucionar essa problemática e, por fim, a reorganização das regras do jogo.

Diante das afirmações realizadas pelos professores, concluímos que as etapas da sequência didática contêm informações suficientes para serem executadas pelos professores nas escolas, haja vista a necessidade de aprimorar algumas etapas recomendadas pelos professores.

Na terceira questão buscamos verificar se o tempo disponível para cada etapa da sequência didática é suficiente para realizar as atividades presentes no planejamento das aulas. As respostas dos participantes estão listadas na Tabela 11.

Tabela 11: Respostas da 3ª questão da validação da sequência didática

Participante	Resposta	Critério
A	Acredito que o tempo é uma questão muito sensível e está diretamente conectado ao público participante da atividade. Desta maneira como citei na questão anterior, de acordo com a instituição a aplicação de algumas atividades da SD leve mais tempo do que o planejado, como o tempo da Etapa dois, acredito que levaria mais de que 50 minutos, seria necessários pelo menos 100 minutos, isto pensando no público que atendo no momento.	Suficiente
B	O tempo é disponível, porém cabe refletir se todo esse tempo pode ser reproduzido em qualquer escola. Em uma escola são muitas demandas como provas, muitos trabalhos; e uma sequência muito extensa não daria tempo.	Insuficiente

C	Sim.	Mais que suficiente
D	Sim. Mas achei essa SD um pouco extensa, se considerarmos os demais conteúdos. Meu receio é que possa comprometer o tempo para os próximos conteúdo das unidades seguintes. Entretanto, ela está muito bem articulada e muito bem enfatizado os aspectos CTS.	Suficiente
E	Sim, as etapas levam em conta o tempo de aula disponível.	Mais que suficiente
F	Sim.	Mais que suficiente

Fonte: Elaborado pela autora.

Podemos verificar que 50% das respostas se enquadram no critério mais que suficiente, pois os professores “C”, “E” e “F” afirmaram que todas as etapas da sequência didática possuem tempo suficiente para realizar as abordagens previstas no planejamento da sequência didática.

No entanto, duas respostas foram consideradas suficiente, pois embora os professores informem que o tempo disponível para as etapas é suficiente, relataram a necessidade de haver algumas alterações nas atividades nas etapas da sequência didática. A partir do relato do professor “A”, podemos verificar que algumas atividades presentes nas etapas metodológicas demandam um tempo maior que o previsto no planejamento da sequência didática. Além disso, o professor informa que o tempo é um fator que depende exclusivamente do público (alunos) que será alvo das atividades, pois para a etapa dois seriam necessários 100 minutos de aula. Já o professor “D” enfatiza, mais uma vez, a necessidade de reduzir o quantitativo de etapas presente na sequência didática, para não comprometer o planejamento anual da disciplina Química.

O professor “B” enfatizou que os tempos de aplicação das atividades presentes no planejamento das etapas da sequência didática não são suficientes para serem aplicadas na escola, haja vista que não pode comprometer o planejamento anual com uma sequência didática considerada extensa.

Por fim, inferimos que o tempo disponível para algumas etapas da sequência didática é suficiente, porém, algumas atividades presentes demandam tempo maior para ser executadas,

como por exemplo, a elaboração de infográficos. Além disso, alguns professores demonstraram preocupação com o quantitativo de etapas metodológicas da proposta da sequência didática, para não comprometer o planejamento.

A quarta questão desta validação *a priori* apresenta a perspectiva de analisar se o tema e o contexto da sequência didática possibilitam promover o ensino e aprendizagem científica e tecnológica relacionada ao biodiesel. As respostas dos participantes se encontram na tabela 12.

Tabela 12: Respostas da 4ª questão da validação da sequência didática

Participante	Resposta	Critério
A	Acredito que as discussões podem sim auxiliar nesta propositura de compreensão de biodiesel e solucionar problemas sociais e ambientais.	Mais que suficiente
B	Possibilita sim, os vídeos abordados trazem uma boa contextualização.	Mais que suficiente
C	Sim.	Mais que suficiente
D	Sim.	Mais que suficiente
E	Sim.	Mais que suficiente
F	Através da sequência apresentada, acredito que os alunos conseguirão compreender de forma tranquila todo o conteúdo abordado.	Mais que suficiente

Fonte: Elaborado pela autora.

Observamos que todas as afirmações dos professores foram no sentido de atribuir o critério mais que suficiente, portanto, os professores “C”, “D” e “E” apresentaram respostas sucintas a esse questionamento. Os demais relatam que o tema e contexto apresentados na sequência didática possibilitam promover a compreensão do conhecimento científico e tecnológico do biodiesel, assim como, solucionar as problemáticas sociais e ambientais apresentadas na sequência didática. Além disso, o professor “B” informa que a proposta contempla atividades que proporcionam uma boa contextualização do tema biodiesel. Já o

professor “F” afirma acreditar que a proposta deste trabalho possibilita aos alunos compreenderem os conteúdos científicos e tecnológicos atrelado a tema.

Diante dessas afirmações realizadas pelos professores, acreditamos que o tema e o contexto abordados na sequência didática apresentam potencialidades de promover o conhecimento científico e tecnológico relacionados ao biodiesel, na perspectiva de os alunos solucionarem as problemáticas socioambientais desenvolvidas a partir da queima de combustíveis fósseis.

A quinta questão apresentou como objetivo verificar se os conteúdos que serão abordados na proposta da sequência didática possibilitam promover conhecimento científico e tecnológico relacionados ao tema. As respostas dos participantes se encontram na tabela na Tabela 13.

Tabela 13: Respostas da 5ª questão da validação da sequência didática

Participantes	Resposta	Critério
A	Acredito que sim, além do mais nenhum recurso, estratégia ou prática é a solução dos problemas de aprendizagem, são lanternas tentando por luz no desenvolvimento do conhecimento.	Mais que suficiente
B	Sim.	Mais que suficiente
C	Sim.	Mais que suficiente
D	Sim.	Mais que suficiente
E	Sim.	Mais que suficiente
F	Sim.	Mais que suficiente

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao observar a Tabela 13 verificamos que 100% das respostas dos professores apresentaram possibilidade de inferência do critério mais que suficiente. O professor “A”, único a dar uma resposta mais elaborada, afirma acreditar que os conteúdos estão alinhados com a proposta do tema do trabalho, porém, relatou que os recursos, estratégias ou práticas

educacionais propostas possibilitam promover o desenvolvimento cognitivo dos alunos, mas não conseguem solucionar todas as problemáticas relacionadas ao ensino e aprendizagem.

Na sexta questão buscamos avaliar se as etapas da sequência didáticas dialogam uma com as outras e se elas estão interligadas ao tema da sequência didática. As respostas dos participantes se encontram na Tabela 14.

Tabela 14: Respostas da 6ª questão da validação da sequência didática

Participante	Resposta	Critério
A	Acredito que sim, estão bem aliadas (sic) aos objetivos.	Mais que suficiente
B	Sim, todas as etapas estão bem ligadas e sempre dialogando com a temática biodiesel.	Mais que suficiente
C	Sim. O tema biodiesel é estudado em química orgânica, trata-se de uma fonte renovável de energia, portanto, na sequência didática apresentada, são abordadas as informações a respeito da produção, da importância, das propriedades físico-químicas, além da visão sócio/ambiental/tecnológica desse combustível.	Mais que suficiente
D	Sim. A SD contempla a dimensão epistêmica na etapa de compreensão do conceito e da síntese do biodiesel como também na preocupação em compreender as implicações socioambientais. Percebo a dimensão pedagógica contemplada nas relações com os pares (alunos-alunos) na atividade do infográfico, do jogo e na	Mais que suficiente

	atividade experimental, além da interação dialogada com o professor.	
E	Sim, é possível explorar e trabalhar com diferentes ferramentas que mediam o conhecimento e não ocorre uma fuga do tema proposto.	Mais que suficiente
F	Todas as etapas estão muito bem apresentadas, de forma que interligam bem todo o contexto dos biocombustíveis em especial o biodiesel, com os conteúdos de Química apresentados no Ensino Médio.	Mais que suficiente

Fonte: Elaborado pela autora.

Todas as respostas dos professores relacionadas a sexta questão apresentaram possibilidade de classificação no critério mais que suficiente, pois afirmam que as etapas da sequência didática se encontram em coesão e interligadas a temática do biodiesel, contexto e conteúdo. Ao observar as respostas dos professores “A” e “B”, percebemos indícios de que todas as etapas estão alinhadas e dialogam com a temática do biodiesel. Além disso, os professores “C” e “F” relatam que os conteúdos químicos elencados nas etapas da sequência didática permitem realizar uma abordagem pertinente sobre a temática, pois possibilitam promover um conhecimento de Química Orgânico, propriedades Físico-Químicas, compreender o processo de síntese e a importância socioambiental do biodiesel. Já o professor “D” afirma a evidência da presença das dimensões epistêmicas e pedagógicas nas etapas da sequência didática, na proposta de promover reflexões sobre as implicações socioambientais e atividades que possibilita haver interação entre professor e alunos.

A sétima questão apresentou a perspectiva de verificar se as etapas da sequência didática possibilitam atingir os objetivos específicos apresentados no planejamento. As respostas dos participantes de se encontram na Tabela 15.

Tabela 15: Respostas da 7ª questão da validação da sequência didática

Participante	Resposta	Critério
---------------------	-----------------	-----------------

A	Com certeza, a busca de reflexão, construção e reconstrução do conhecimento dos estudantes fica bem evidente.	Mais que suficiente
B	Sim, os objetivos estão bem atrelados em cada passo dentro das etapas. São de grandes potencialidades por permitir que o aluno fique empolgado e assim queira se aprofundar mais.	Mais que suficiente
C	Sim. Cada etapa, além de trabalhar os conteúdos ligados ao biodiesel e a abordagem CTS, apresenta mecanismos que estimulam os alunos a participar das aulas e assim construir seu conhecimento.	Mais que suficiente
D	Sim. Foi possível perceber o cuidado minucioso de não serem apresentadas muitas informações em cada etapa e ainda atender aos objetivos de cada uma delas.	Mais que suficiente
E	Sim, cada etapa oportuniza ao estudante alcançar o conhecimento proposto por ela.	Mais que suficiente
F	Todas as etapas têm grande potencial de atingir os objetivos se forem realizadas da forma que estão apresentadas, pois estão bem definidas e bem orientadas para o desenvolvimento das aulas de Química.	Mais que suficiente

Fonte: Elaborado pela autora.

Todas as respostas apontam que a sequência didática, para esse critério, é considerada mais que suficiente. Os professores “A” e “E” justificaram que os objetivos específicos apresentados nas etapas da sequência didática possibilitam reflexão, construção e reconstrução do conhecimento científico, tecnológico e socioambiental dos estudantes. Além disso, os professores “B” e “C” relataram que essas etapas apresentam potencialidade de estimular e empolgar os alunos a se aprofundarem mais sobre os conteúdos relacionados ao biodiesel. Os

professores “D” e “F” informaram que, de fato, os planejamentos das aulas foram elaborados minuciosamente para atender as perspectivas dos objetivos específicos, pois estão bem definidas e orientadas para o desenvolvimento das aulas de Química.

Diante das justificativas apresentadas nessa questão, inferimos que os objetivos específicos apresentados nos planejamentos das etapas da sequência didática podem ser alcançados e permitem desenvolver reflexão, construção e reconstrução do conhecimento, além de estimular os alunos a uma reflexão mais profunda, a partir da proposta do tema.

A oitava questão permitiu analisar a diversificação das atividades presentes na sequência didática e se elas podem ser aplicadas nas escolas. Por isso realizamos a seguinte pergunta: “A sequência didática contém atividades diversificadas que podem ser aplicadas nas escolas? Se não, justifique sua resposta”. As respostas dos participantes se encontram na Tabela 16.

Tabela 16: Respostas da 8ª questão da validação da sequência didática

Participantes	Respostas da 8ª questão	Critérios de respostas
A	Sim, foi algo bem notório na SD, o que pode permitir alcançar a aprendizagem de um grupo maior, devido a heterogeneidade.	Mais que suficiente
B	Acredito que atividades como o simulador dependendo da escola pode ter um obstáculo para a realização principalmente por falta de um laboratório de informática, e até internet. As práticas experimentais também podem ter obstáculos principalmente por muitas escolas não terem um laboratório de ciências.	Suficiente
C	Sim.	Mais que suficiente
D	Sim. Isso enriqueceu a SD. Ficou dinâmica e bem contextualizada.	Mais que suficiente
E	Talvez, visto que a etapa da aula experimental vai depender se terá espaço	Suficiente

	adequado, assim como terá o material disponível na escola.	
F	Sim.	Mais que suficiente

Fonte: Elaborado pela autora.

Observamos na tabela 16 que as respostas dos participantes apresentam algumas divergências, pois cerca de 66,6% das justificativas apresentadas critério de resposta mais que suficiente. Podemos observar nas afirmações dos professores “C” e “F”, embora sucintas, que todas as atividades contidas na proposta da sequência didática podem ser realizadas nas escolas que eles lecionam, sendo assim, não há necessidade readaptação para execução dessas atividades. Já os professores “A” e “D” compreenderam que a proposta das atividades contidas na SD possibilita desenvolver o conhecimento científico, tecnológico e socioambiental dos alunos, pois apresentam uma heterogeneidade, dinamismo e contextualização.

No entanto, as justificativas apresentadas pelos participantes “B” e “E” foram entendidas no critério suficiente, pois as suas afirmações indicam que algumas atividades podem ser realizadas nas escolas, porém, destacaram a fragilidade física de algumas escolas para realizar atividades experimentais, assim como a possível indisponibilidade de materiais e reagentes. A proposta da atividade experimental é a realização da síntese do biodiesel, no entanto, apresentamos uma metodologia de síntese simples, com reagentes de fácil aquisição e equipamentos de uso doméstico, para que pudesse ser aplicada em diversas escolas.

O professor “B” destacou a dificuldade de as escolas terem computadores com acesso à internet, haja vista que muitas escolas não têm laboratório de informática. Porém, para a realização da apresentação do simulador não é necessário que o computador esteja conectado à internet. Além disso, a proposta dessa atividade de simulação demonstrativa e não uma atividade experimental, que necessite que todos os alunos tenham acessos aos computadores.

Portanto, inferimos com as justificativas dos professores que as atividades apresentam a proposta de promover o conhecimento científico, tecnológico e socioambiental, a partir da heterogeneidade, dinamismo e contextualização presentes nessas atividades. Além disso, as observações realizadas pelos professores “B” e “E” já foram levadas com consideração durante o planejamento inicial das atividades.

A nona questão permitiu analisar se as atividades contidas na sequência didática estão contextualizadas, possibilitando promover a reflexão socioambiental nos alunos. As respostas dos participantes estão apresentadas na tabela 17.

Tabela 17: Respostas da 9ª questão da validação da sequência didática

Participante	Resposta	Critério
A	Sim, a diversidade de atividades pode contribuir, haja vista que aborda teoria e prática suficiente para construção do conhecimento de maneira significativa, incluído as problemáticas que causadas pela queima do óleo diesel.	Mais que suficiente
B	Sim, são temáticas que aproximam acontecimentos do cotidiano dos estudantes com atividades que fazem o aluno refletir também que a química está além dos livros didáticos.	Mais que suficiente
C	Sim. Através das aulas, das discussões e dos vídeos que mostram os efeitos da queima do diesel para o meio ambiente.	Mais que suficiente
D	Sim. O fato de ser retomada a questão social, após as etapas de serem abordados os conceitos científicos contribuem para essa reflexão. Achei muito interessante, pois reafirma as atividades realizadas nas outras etapas.	Mais que suficiente
E	Sim, as etapas trazem vídeos contextualizados e ferramentas que possibilitam aos estudantes a entenderem os impactos causados com a queima.	Mais que suficiente
F	Com bastante certeza. A sequência apresentada está bem definida e apontam bem para os problemas acarretados pelo	Mais que suficiente

	uso dos combustíveis fósseis, como o óleo diesel.	
--	---	--

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao verificar a Tabela 17, percebemos que todos responderam de forma a possibilitar estabelecer critério mais que suficiente, pois relataram que as atividades apresentadas nas etapas da sequência didática possibilitam haver uma reflexão a partir da queima de combustíveis fósseis. Nas respostas dos professores “C” e “E”, percebemos que a proposta das exibições dos vídeos, a contextualização e as discussões são fatores importantes para promover uma reflexão socioambiental relacionadas às consequências do uso dos combustíveis fósseis na sociedade.

O professor “A” relata que a diversidade das atividades presentes nas etapas da sequência didática é relevante para o processo de construção do conhecimento socioambiental atreladas a queima do óleo diesel na aula de Química. Já o professor “B” afirma que as atividades são temáticas e que possibilitam dialogar com os acontecimentos cotidianos dos estudantes, portanto, é possível haver uma reflexão socioambiental relacionada ao combustível fóssil. O professor “D” relata a importância da atividade que retoma a questão social, para promover no estudante a reflexão das consequências socioambientais atreladas ao óleo diesel. Além disso, os professores “D” e “F” informam que cada etapa da sequência didática possibilita realizar uma abordagem científica que contribui para essa reflexão da temática.

Em suma, podemos concluir que a proposta das atividades contidas nas etapas da sequência didática possibilita promover a construção do conhecimento socioambiental nos estudantes, a partir contextualização, discussão e reflexão relacionada a temática abordada.

A decima questão analisou se as propostas das atividades avaliativas presentes nas etapas da sequência didática estão alinhadas com a perspectiva dos objetivos específicos das aulas. Os resultados dessas respostas se encontram na Tabela 18.

Tabela 18: Respostas da 10ª questão da validação da sequência didática

Participante	Resposta	Critério
A	Sim, acredito que as avaliações são termômetros da prática de ensino e aprendizagem. No caso das apresentadas	Mais que suficiente

	estão bem alinhadas, tornando-as primordiais na SD apresentada.	
B	Possibilitam sim, eu ainda adicionaria dentro da etapa (4) do debate dos conceitos científicos o uso de fanzine. Os fanzines permitiria os alunos expor principais pontos que chamaram sua atenção e até dúvidas.	Suficiente
C	Em parte. Senti que o processo avaliativo, tão importante para determinar o nível de aprendizagem dos alunos e o desenvolvimento do trabalho docente, poderia explicitar mais detalhes.	Suficiente
D	Sim. Achei que as avaliações não são "engessadas", tem potencial para despertar a criatividade dos estudantes e de promover a reflexão da problemática social.	Mais que suficiente
E	Sim, todas elas condizem com o que está sendo construído em aula e como ferramenta de avaliação do conhecimento que vai sendo produzido pelo estudante.	Mais que suficiente
F	Sim. Através da avaliação de cada etapa é que veremos se todo o procedimento foi bem executado e se os alunos conseguiram atingir os objetivos da aula.	Mais que suficiente

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao observar as repostas dos professores percebemos que cinco puderam ser associadas ao critério mais que suficiente. Podemos verificar ao analisar as justificativas dos professores “A” e “F”, pois relataram que atividades avaliativas nas etapas da sequência didática são primordiais para a prática de ensino e aprendizagem, que estão alinhadas e possibilitam alcançar os objetivos apresentados em cada aula. Já os professores “D” e “E” afirmaram que a proposta

avaliativa não é engessada e possibilita despertar criatividade, refletir sobre as temáticas e produzir informações que possam solucionar as problemáticas apresentadas nas aulas.

No entanto, duas das respostas dos participantes apresentaram adequação ao critério de resposta suficiente, pois segundo o professor “B”, as avaliações estão alinhadas com os objetivos das aulas. Apesar disso, ele faz uma ressalva para incluir na IV etapa da sequência didática o uso de fanzines, pois iria possibilitar os alunos se envolverem nas avaliações, a partir informações mais relevantes elencadas pelos alunos. E por fim, o relato do professor “C”, que diz ser “*em parte*”, pois não ficou, na sua visão, explícita a perspectiva das atividades avaliativas.

Diante dessas justificativas, percebemos que as atividades avaliativas apresentam potencialidades de alcançar com os objetivos das aulas, porém, se faz necessário determinar mais explicitamente as perspectivas das atividades avaliativas.

A última questão desse processo avaliativo apresenta a proposta dos professores elencarem sugestões que possibilitem a proposta da sequência didática serem aplicadas nas escolas. Sendo assim, realizamos a seguinte solicitação: “De acordo com as observações realizadas sobre a sequência didática apresentada neste trabalho, cite sugestão de otimização do respectivo trabalho elencando pontos positivos e negativos”. As afirmações realizadas pelos professores se encontram na tabela 19.

Tabela 19: Respostas da 11ª questão da validação da sequência didática

Participante	Resposta	Critério
A	Pontos positivos: bem organizada; bem referenciada; e com uma diversidade de práticas pedagógicas essenciais para fortalecer a construção do conhecimento Químico; Pontos negativos: a sequência muito longa para o atual tempo escola que temos para cada tema do ensino de Química, haja vista que os sistemas de ensino muitas vezes sobrecarregar a carga horária da disciplina com outros temas, o que põe em dificuldade certas práticas	Suficiente

	pedagógicas e aplicação de SD longas de um tema, mesmo que o ele seja um tema amplo e importante como o apresentado nesta pesquisa.	
B	A sequência está muito bem estruturada, as etapas muito bem ligadas. Não seria um ponto negativo, mas a questão de ser uma extensa sequência alguns professores poderiam não ter todo o tempo exigido para a aplicação.	Suficiente
C	A sequência didática está bem desenvolvida; as atividades de cada etapa estão bem elaboradas; as informações estão claras; está bem contextualizada e o tempo de cada atividade está adequado. Todavia, como já mencionei no item 10 desse formulário, senti a falta de informações sobre como será feito o processo avaliativo.	Suficiente
D	Acho que poderia repensar o quantitativo de aulas e revisar a descrição da regra do jogo para melhor compreensão.	Insuficiente
E	A sequência didática traz ferramentas e ótimas possibilidades de aplicação prática do conhecimento que vai sendo construído com o avançar das etapas. A avaliação da melhor aplicação vai depender também da própria estrutura da escola, segue como exemplo o próprio laboratório para a aplicação da aula prática, se ele irá apresentar os materiais que torne possível a aplicação da aula prática. Outro ponto importante é a ferramenta utilizada na etapa I, por ser um aplicativo que depende de uma conexão com internet, isso pode	Suficiente

	acabar sendo outro ponto a ser avaliado pelo professor que for aplicar a sequência didática. Com esses dois pontos que foram destacados, talvez surjam a necessidade de adaptação. O jogo é um ótimo material didático, flexível por sua aplicação e de fácil acesso aos estudantes.	
F	Na prática da síntese do biodiesel, sugerir a substituição de algumas vidrarias por algumas de uso doméstico, pois a maioria das escolas não apresentam laboratórios ou vidrarias para a realização de tal prática.	Insuficiente

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com as respostas dos professores na tabela 19 verificamos que duas respostas apresentam critério suficiente, pois os professores elencaram pontos positivos e negativos relevantes a proposta da sequência didática, e apenas uma das respostas foi insuficiente, pois relatou apenas pontos negativos.

Os professores “A” e “B” afirmaram que a proposta da sequência didática apresenta uma boa organização, estruturação e uma diversidade de práticas, que possibilitam promover a construção do conhecimento científico, tecnológico e socioambiental. No entanto, os dois professores destacam como ponto negativo a extensão da sequência didática, que poderia comprometer o tempo de abordagem dos conteúdos da unidade escolar. Já o professor “C”, além de elencar pontos positivos semelhantes aos professores “A” e “B”, reforçou a observação de que seria importante esclarecer as atividades avaliativas da sequência didática. O professor “E”, além de relatar pontos positivos relevantes aos demais professores, considerou o jogo Orgânico um ótimo material didático, sendo flexível e fácil aplicação, porém, apresentou preocupação nas atividades propostas que necessitam de computador e laboratório, pois ele acredita que muitas escolas têm dificuldade de acesso a esse material e espaço físico.

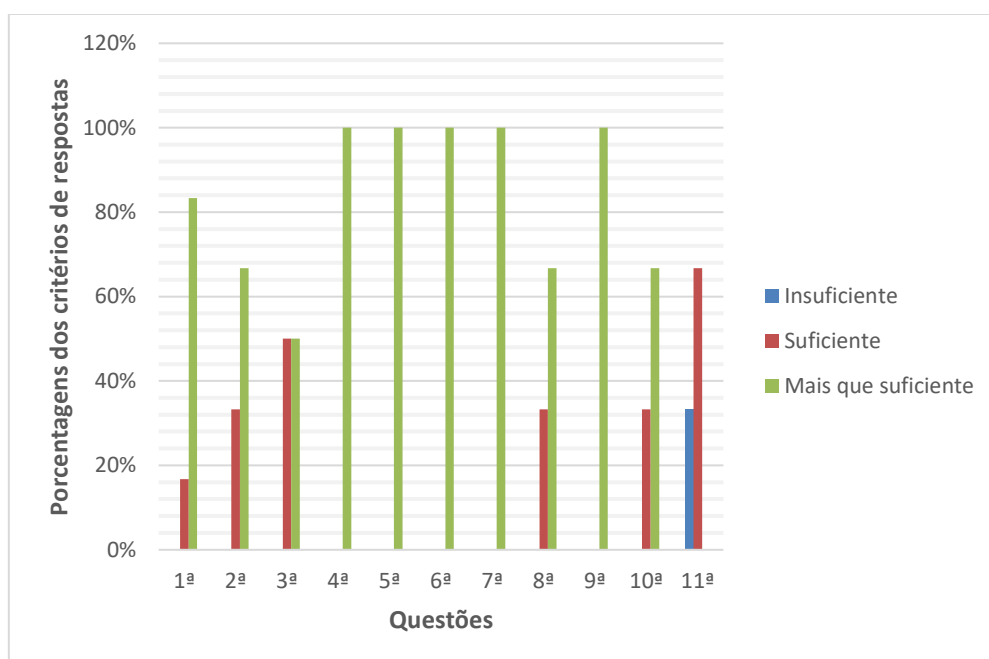
Já o professor “F” fez sugestão substituir algumas vidrarias de laboratórios por matérias de uso domésticos, pois ele também demonstra preocupação de não haver materiais e vidrarias necessárias para aplicação da atividade experimental de síntese do biodiesel. E por fim, o professor “D” apresentou apenas pontos negativos, porém relevantes para otimização da

proposta desta sequência didática, ao relatar a preocupação com o quantitativo de aulas, para não comprometer com a abordagem dos conteúdos seguintes, além de sugerir detalhar as regras do jogo para facilitar a sua aplicação.

Diante das sugestões relevantes dos professores relacionadas a proposta da sequência didática, percebemos a necessidade de realizar algumas alterações e ajustes nas etapas, como por exemplo descrever e detalhar as atividades avaliativas, a posposta do jogo Orgânico e o simulador, além de reduzir o quantitativo de etapas e substituir as vidrarias da atividade experimental por matérias de utilidades domésticas.

Para facilitar a visualização dos resultados coletadas neste processo de validação *a priori*, plotamos o Gráfico 3.

Gráfico 3: Resultados percentuais dos critérios no processo de validação *a priori*.



Fonte: Elaborado pela autora.

Observamos, no gráfico 3, que as respostas dos professores foram predominantemente associadas ao critério mais que suficiente para nove questões deste processo de validação *a priori*, apenas na questão 3 houve um empate quantitativo entre os critérios suficiente e mais que suficiente, e a questão 11ª apresentou predominância do critério suficiente. Essas informações possibilitam inferir que as justificativas dos professores confirmam o potencial da

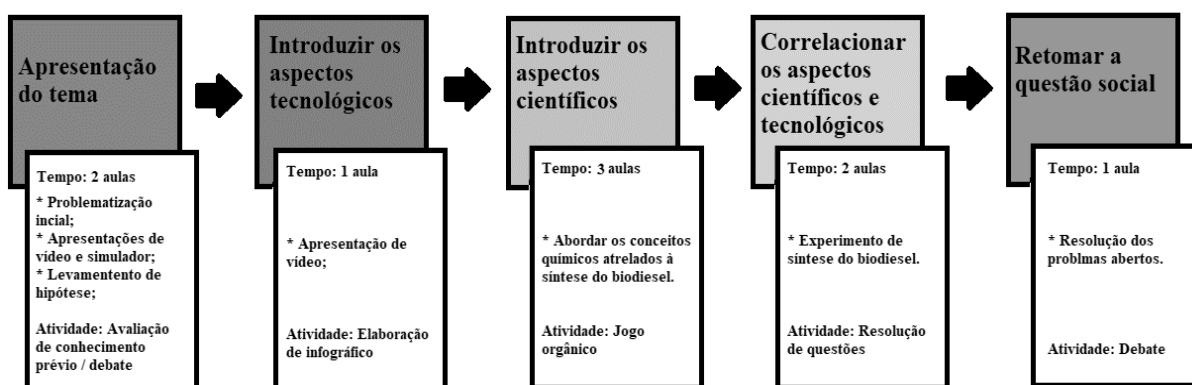
proposta elaborada da sequência didática, porém, indicam também que devem ser realizadas algumas alterações.

Diante disso, a proposta inicial apresentada neste trabalho foi reelaborada, na perspectiva de aperfeiçoá-la para servir de material de apoio para professores de Química que tenham interesse de realizar uma abordagem CTS no estudo do biodiesel no Ensino Médio e, para isso, compondo o produto educacional associado a essa dissertação.

6.3 Reestruturação da Sequência Didática

A última etapa do processo EVR é a reestruturação da sequência didática, a partir das sugestões realizadas pelos professores na etapa de validação *a priori*. Porém, antes de apresentar essa reestruturação, iremos comparar os resumos da estrutura da sequência didática antes e após o processo de validação, a partir das figuras 9 e 10.

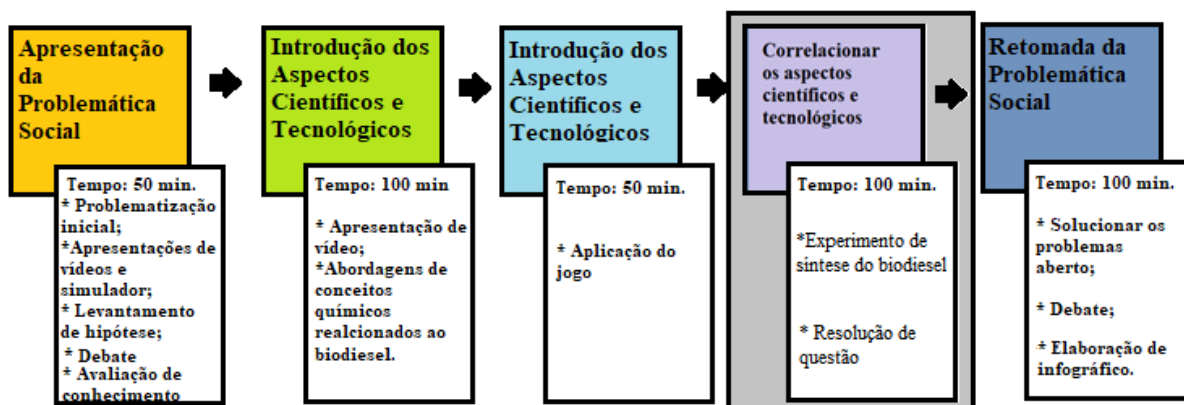
Figura 9: Resumo da elaboração da sequência didática



Fonte: Elaborada pela autora.

Podemos observar na figura 9 que a proposta de elaboração da sequência didática antes da validação contém seis etapas metodológicas, haja vista que para a introdução aos aspectos científicos foram necessárias três aulas, que contabilizavam duas etapas metodológicas. Além disso, foram necessárias no mínimo 450 minutos de aula para aplicação da proposta. A reelaboração da sequência didática tem apenas quatro etapas, que atendem as sugestões dos professores, e tempo total de aplicação são de 300 minutos, ou seja, duas semanas de aulas, como mostra a figura 10.

Figura 10: Resumo da reelaboração da sequência didática



Fonte: Elaborada pela autora.

Ao observar a figura 10 podemos visualizar que foi suprimida a etapa II, de introdução dos aspectos tecnológicos. Na etapa IV, de correlação dos aspectos científicos e tecnológicos, a proposta final contempla uma aula eletiva, que pode ser incorporada a SD caso a escola tenha disponibilidade para realizar atividades experimentais, caso contrário essa etapa pode ser suprimida. O objetivo dessa alteração é reduzir o tempo de aplicação e não comprometer o planejamento do bimestre escolar. Além disso, essas alterações não comprometem a proposta desse trabalho e de possibilitam adequação a aplicação nas escolas.

A primeira etapa não foi alterada, pois diante das sugestões apresentadas pelos professores não havia necessidade de modificação, embora tenham relatado a pouca oferta de computadores com acesso à internet, os vídeos que serão abordados na aula podem ser baixados previamente.

Na segunda etapa houve uma junção de três etapas de introdução aos aspectos tecnológicos e científicos, com o objetivo exclusivo de reduzir o tempo de aplicação da sequência didática. Ao observar a figura 10 verificamos que foi retirada dessa etapa a proposta de elaboração dos infográficos, pois o tempo não seria suficiente para os alunos desenvolverem essa atividade.

Na terceira etapa, introdução aos aspectos científico e tecnológico, percebemos que seria mais viável a aplicação do jogo Orgânico nas escolas, que desenvolver uma atividade experimental, haja vista, que vários professores que relataram a realidade das escolas, sem laboratórios e matérias que pudessem realizar essa atividade experimental. Sendo assim, a proposta do jogo aumenta o potencial de aplicação e de promover a construção do conhecimento científico dos estudantes.

A etapa de correlação dos aspectos científicos e tecnológicos foi inserida na sequência didática como aula eletiva para escolas tenham estrutura física para realização de prática experimental, haja vista que muitos professores relataram preocupações na possibilidade de as escolas não terem laboratórios que permitisse o desenvolvimento de uma aula experimental.

Por fim, a retomada da problemática social, foi modificada, com o aumento do tempo de aula, pois entre as atividades está um debate e, agora, a elaboração de infográficos.

Embora os professores houvessem relatado a dificuldade que algumas escolas teriam em disponibilizar computadores para elaboração dos infográficos, resolvemos manter essa atividade porque ela pode ser elaborada tanto no formato físico como digital. Portanto, essa atividade possibilita ser realizada em qualquer contexto escolar.

Diante dessas justificativas na reelaboração das etapas da sequência didática iremos apresentar detalhadamente a reelaboração das etapas teórico-metodológicas e os replanejamentos das aulas.

6.4. Reelaboração das Etapas Teórico-Metodológicas da Sequência Didática

Apresentamos os caminhos para a reelaboração das etapas teórico-metodológicas da sequência didática, a partir das propostas de intervenções dos professores no processo de validação por pares.

6.4.1 Reelaboração da I etapa: apresentação da problemática socioambiental

O primeiro momento da sequência didática tem a proposta de apresentar aos alunos as problemáticas socioambientais atreladas aos combustíveis fósseis e promover uma discussão a partir das principais causas e soluções. Além disso, esta fase apresenta a perspectiva de despertar interesse e curiosidade nos alunos sobre o tema abordado, a partir de formulação hipóteses para buscar essas soluções.

Inicialmente deverão ser apresentados dois vídeos, como a proposta de os alunos observarem tanto a necessidade social energética de consumir combustíveis como as problemáticas socioambientais causadas pelas emissões de gases tóxicos em altas concentrações, a partir da queima dos combustíveis fósseis. Além disso, deverá ser apresentado

simulador, com a perspectiva de facilitar a aprendizagem dos alunos a partir dos conhecimentos químicos de geometria molecular dos gases do efeito estufa, o efeito estufa, e emissão e retenção de energia térmica ao meio ambiente.

A avaliação de aprendizagem nesta etapa da sequência didática será a partir da análise que o professor irá realizar durante as discussões para solucionar a problemática socioambiental. No Quadro 6 apresentamos o planejamento da primeira etapa da SD.

Quadro 6: Planejamento da I etapa da sequência didática

I ETAPA: Apresentação da problemática socioambiental
Tema: A importância dos combustíveis na sociedade e a consequência ambiental causado pela queima dos combustíveis fósseis
Quantitativo de Aula: 01
Objetivo Específico: Analisar as problemáticas socioambientais causados pela queima de combustíveis fósseis, assim como observar a formação do efeito estufa na atmosfera.
Conteúdos Químicos: Efeito estufa, gases do efeito estufa (GEE), geometria molecular.
Momento (I) / Tempo: 50 minutos
- Apresentações dos dois vídeos (APÊNDICE II); - Problematização inicial; - Levantamento de hipóteses para solucionar os problemas; - Apresentação de Simulador (APÊNDICE III);
Recursos didáticos: Quadro, Power Point e projetor multimídia.
Atividade avaliativa: Participação dos alunos, partir das hipóteses apresentadas.

Fonte: Elaborado pela Autora.

6.4.2 Reelaboração da II etapa: introdução aspectos científicos e tecnológicos

Neste segundo momento da SD será apresentado os aspectos científico e tecnológico, com a proposta de compreensão inicial, pelos alunos, da importância do conhecimento tecnológico para solucionar possíveis problemas socioambientais e posteriormente, o conhecimento científico na perspectiva de compreender a Ciência e a Tecnologia utilizadas para encontrar a possível solução.

Inicialmente, deverão ser introduzidos os aspectos tecnológicos do biodiesel, na busca pela compreensão da importância desse combustível renovável, que apresenta potencialidades energéticas de substituir parcialmente ou totalmente o óleo diesel, e possibilitar reduzir as consequências socioambientais causados pela combustão dos petrolados. Sendo assim, neste momento inicial da segunda etapa serão apresentados dois vídeos, que abordarão temas como a Tecnologia, a síntese e o ciclo de funcionamento do biodiesel.

Em seguida, será desenvolvida a fundamentação teórica sobre os conteúdos químicos atrelados ao biodiesel, com o objetivo de os alunos compreenderem quais as principais substâncias presentes nesse processo. Serão abordados os conceitos químicos de funções orgânicas (álcoois, ácido carboxílico e ésteres), nomenclaturas, propriedades químicas e físicas dessas funções, óleos e a reação de transesterificação. No quadro 7 apresentamos o planejamento da segunda etapa da SD.

Quadro 7: Planejamento da II etapa da sequência didática

II ETAPA: Introdução dos Aspectos Científicos e Tecnológicos	
Tema: As tecnologias relacionadas à produção e utilização do biodiesel e conceitos científicos associados à temática biodiesel.	
Quantitativo de Aula: 02	
Objetivo Específico: Criar informações visuais sobre a importância do biodiesel no Brasil e as políticas públicas que são adotadas na produção dele, tanto no cultivo da matéria-prima (oleaginosas), assim como, a adição de alíquotas do biodiesel no óleo diesel. Explicar os conteúdos químicos orgânicos atrelados a biodiesel, na perspectiva de facilitar a aprendizagem científica para produção do biodiesel.	
Conteúdos Químicos: Concentração de biodiesel no óleo diesel.	
Momento (I) / Tempo: 50 minutos	Momento (II) / Tempo: 50 minutos
- Aula expositiva dialogada; - Apresentação de vídeo (APÊNDICE IV); - Discussão sobre a tecnologia do biodiesel; - Funções orgânicas;	- Nomenclatura; - Propriedade físico-química; - Conceito bioquímico de óleos; - Reação de transesterificação;
Recursos didáticos: Quadro, Power point e projetor multimídia, livro didático, quadro e marcador de quadro.	

Atividade: Participação dos alunos durante a aula.
--

Fonte: Elaborado pela autora.

6.4.3 Reelaboração da III etapa: introdução dos aspectos científicos e tecnológicos

A terceira etapa desta sequência didática é a continuação da anterior, porém, com o objetivo de avaliar e consolidar o conhecimento científico dos alunos relacionado às funções orgânicas, nomenclatura e propriedades físicas e químicas. Para isso, utilizaremos o lúdico, na aplicação do jogo intitulado Orgânico. No quadro 8 apresentamos o planejamento da III etapa da SD.

Quadro 8: Planejamento da III etapa da sequência didática

III ETAPA: Introdução dos Aspectos Científicos e Tecnológicos
Tema: Aplicação do jogo orgânico.
Quantitativo de Aula: 01
Objetivo Específico: Definir a função orgânica, nomenclatura e as propriedades físico-químicas das moléculas que serão apresentadas no jogo.
Conteúdos: Nomenclaturas e propriedades físico-químicas das funções orgânicas oxigenadas: álcoois, ácido carboxílico e ésteres.
Ação Participativa (I) / Tempo: 50 minutos
- Aplicação do Jogo Orgânico (APÊNDICE VI);
Recursos didáticos: Jogo orgânico.
Atividade: O jogo possibilita verificar se os alunos têm conhecimento orgânico suficiente para chegar à etapa final do jogo.

Fonte: Elaborado pela autora.

6.4.4 Reelaboração da correlação dos aspectos científicos e tecnológicos

Tal etapa da proposta, como já foi mencionado anteriormente, deve ser entendida como atividade eletiva para as escolas que possuem estrutura física laboratorial para realização de atividade experimental, pois os professores participantes do processo de validação afirmaram que

as escolas nos quais eles lecionam não possuem estrutura física para realização de atividade experimental.

Essa atividade eletiva tem a proposta de promover conhecimento científico e tecnológico atrelada a síntese do biodiesel, de modo que os alunos possam realizar na prática experimental, com equipamentos oriundos de utilidade domésticas e reagentes de baixo custo e fácil aquisição.

Durante a aula, os alunos deverão formar grupos de cinco pessoas e, em seguida, após receber material didático informando os procedimentos metodológicos, realizar a prática experimental da síntese do biodiesel (APÊNDICE VII). Após o término da síntese os alunos deverão responder três questões presentes no material didático. Esta aula tem a proposta de retomar ao tema Tecnologia do biodiesel utilizando o conhecimento científico, proposto na sequência de etapas CTS.

Quadro 9: Planejamento da atividade eletiva de correlação dos aspectos e tecnológicos

ATIVIDADE ELETIVA: Correlação dos Aspectos Científicos e Tecnológicos	
Tema: Síntese do Biodiesel.	
Quantitativo de Aula: 02	
Objetivo Específico:	
Conteúdos: Síntese do biodiesel a partir da reação de transesterificação e separação de mistura por decantação.	
Ação Participativa (I) / Tempo: 50 minutos	Ação Participativa (II) / Tempo: 50 minutos
- Explicar os procedimentos experimentais; - Realizar a síntese do biodiesel;	- Concluir a realização da síntese do biodiesel; - Responder as questões relacionado a síntese do biodiesel;
Recursos didáticos: Procedimentos experimentais de síntese do biodiesel	
Atividade: Realizar a síntese do biodiesel e responder as questões.	

Fonte: Elaborado pela autora.

6.4.5 Reelaboração da IV etapa: retomada da questão social

A última etapa da sequência didática foi elaborada visando a retomada da questão social, com a proposta de analisar situações e tomar decisão, de modo participativo, para solucionar problemas abertos que serão apresentadas no início da aula.

Durante a aula, os alunos deverão formar grupos de cerca de quatro pessoas para responder os problemas abertos, relacionados às causas e consequências do aumento da temperatura do Recife e da possível escassez de óleo diesel no Brasil. Em seguida, serão direcionados a elaboração de um infográfico explicando as soluções propostas pelo grupo. Então, terão cerca de 5 minutos para apresentar o produto. No quadro 9 apresentamos o planejamento da VI etapa da SD.

Quadro 10: Planejamento da VI etapa da sequência didática

Fonte: Elaborado pela autora.

VI ETAPA: Retomada da Questão Social.
Tema: A importância dos combustíveis na sociedade e a consequência ambiental causada pela queima desses combustíveis fósseis.
Quantitativo de Aula: 01
Objetivo Específico: Retomar a problemática social apresentada na primeira etapa metodológica dessa SD, na perspectiva de desenvolver uma ação participativa nos alunos, considerando a tomada de decisão sobre essa problemática que serão apresentadas.
Conteúdos: Aquecimento global e biodiesel.
Momento (I) / Tempo: 50 minutos
- Resolução dos problemas abertos.
Recursos didáticos: Textos
Atividade: Por meio de debate, cada grupo irá expor suas análises e considerações sobre os problemas apresentados aos grupos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa que visou analisar, mediante validação teórica e por pares, contribuições da abordagem CTS na construção de uma sequência didática para o ensino de conceitos relacionados ao tema biodiesel no Ensino Médio. Associada à dissertação, temos um produto educacional que teve como objetivo apresentar a sequência didática final da investigação como estratégia didática para utilização no 3º ano do Ensino Médio. Portanto, buscamos auxiliar os professores de Química a realizarem uma abordagem CTS com a temática do biodiesel e promover uma educação participativa nos estudantes, a partir do desenvolvimento do conhecimento científico, tecnológico e socioambiental, a partir da sequência didática.

A sequência didática deste trabalho foi desenvolvida a partir do processo de validação EVR, que significa elaboração, aplicação e reelaboração. Sendo assim, esse processo tem objetivo de propor, buscar uma validação, visando aprimorar a sequência didática, e reelaborar, para adequar sua aplicação as realidades e necessidades das escolas.

Na etapa de elaboração dessa sequência didática, com abordagem CTS para o estudo do biodiesel, inicialmente fomos direcionados pela necessidade de promover o conhecimento químico atrelado a temática do biodiesel, haja vista que essa temática é uma proposta de abordagem apresentada pelos documentos oficiais da educação brasileira, como a BNCC e os PCN. Além disso, é uma temática que poucos professores abordam durante o ano letivo da disciplina de Química.

A sequência didática proposta não foi aplicada, pois buscamos a validação por pares, que consiste na participação dos professores de Química para avaliar a proposta inicial da sequência. Essa validação por pares foi desenvolvida em dois momentos, primeira foi realizada uma análise prévia com os professores avaliadores e o segundo, uma análise *a priori*, a partir da apresentação da sequência didática aos professores, que responderam perguntas visando associação a critérios estabelecidos na metodologia da pesquisa.

Na análise prévia verificamos que existe uma fragilidade na abordagem da temática biodiesel no ensino de Química, uma vez que os professores relataram que dificilmente consideram o tema em suas aulas, embora considerem atual e relevante para o conhecimento científico, tecnológico e socioambiental dos estudantes. Essa análise reforça a importância de

propor estratégia didática que auxilie aos professores de Química a realizarem uma abordagem CTS com a temática biodiesel para alunos do Ensino Médio.

Além disso, verificamos que apenas alguns desses professores já trabalharam com a abordagem CTS durante sua experiência como docente. Isso mostra a importância de propor aos professores uma proposta educacional baseada nessa perspectiva. Ainda, verificamos que alguns participantes desconhecem o modelo de sequência didática proposto por Mehéut (2005), bem como a importância das dimensões epistêmicas e pedagógicas para a elaboração da proposta.

Na análise *a priori* realizada com os professores, a partir da visão de validação por pares, em que os experts são professores em exercício da docência na escola básica, verificamos que a proposta apresenta potencialidade para despertar interesse dos alunos ao conhecimento científico, tecnológico e socioambiental relacionado ao biodiesel. Além disso, os professores afirmaram que as informações contidas nas etapas da sequência didática são suficientes para serem aplicadas nas escolas, embora sejam necessárias algumas alterações na estrutura.

As alterações relatadas pelos professores estão relacionadas ao quantitativo de aulas necessárias para aplicação da sequência didática, a dimensão temporal, a revisão necessária em algumas das atividades propostas nas etapas, principalmente pela limitação de estrutura das escolas, que não possuem em pleno funcionamento laboratórios de Ciências e Informática para realização de atividades como a síntese do biodiesel e a construção de infográficos utilizando o computador. Ainda, retomando a dimensão temporal, alguns professores apontaram que o tempo para realização de algumas atividades era incoerente, pois para alguns delas seria necessário ampliar o tempo de execução para possibilitar que todos os grupos participem no momento da aula.

Diante dessas afirmações realizadas pelos participantes, conseguimos concluir que a proposta da sequência didática deveria ser reelaborada, na perspectiva de facilitar a sua aplicação nas escolas. Por isso, suprimimos ou modificamos algumas das etapas da sequência didática inicial, para reduzir o tempo e limitar a necessidade de computadores e do laboratório de Ciências. Além disso, transferimos algumas atividades para outra etapa, como o objetivo de aumentar o tempo de execução destinado a cada uma delas.

Diante das considerações aqui apresentadas, concluímos que a reelaboração da proposta da sequência didática apresentada nesta pesquisa tem potencialidade de auxiliar o professor de

Química realizar uma abordagem CTS no estudo do biodiesel e promover o conhecimento científico, tecnológico e socioambiental para alunos do Ensino Médio.

Como perspectivas para o futuro, buscaremos, assim que a pandemia da COVID-19, causada pelo novo coronavírus, for findada, aplicar a sequência didática final, produto da validação por pares, em uma escola do Ensino Médio, para observar a validação na prática da proposta, utilizando para isso o produto educacional elaborado.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, Glen. What is STS science teaching? In: SOLOMON, Joan; AIKENHEAD, Glen. **STS Education: international perspectives on reform**. [S. l.: s. n.], 1994. cap. 5.
- AMADO, Frederico Augusto Di Trindade. **Direito Ambiental**. 2ª ed. São Paulo: [s.l.], 2011.
- ARROIO, Agnaldo *et al.* O Show da Química: Motivando o Interesse Científico. **Quím. Nova**, [s.l.], v. 29, n. 1, 2006.
- ARTIGUE, Michèle. Engenharia Didática. In: BRUN, Jean. Didáctica das Matemáticas. **Lisboa: Instituto Piaget. Horizontes Pedagógicos**, [s. l.], p. 193-217, 1996.
- ARTIGUE, Michèle. Ingénierie Didactique. Recherches en Didactique des Mathématiques. **La Pensée Sauvage-Éditions**, Grenoble, v. 9.3, p. 281-308, 1998.
- AULER, Décio. **Interações entre Ciência–Tecnologia–Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- BAZZO, Walter Antonio; SILVEIRA, Rosemari Monteiro; PINHEIRO, Nilcéia Aparecida. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência e Educação**, [s. l.], v. 13, n. 1, 2007.
- BAZZO, Walter Antonio. Introdução aos Estudos CTS (Ciência, tecnologia e sociedade), **Cadernos de Ibero – América**, 2003.
- BELLAS, Renata *et al.* O Conceito de Substância Química e Seu Ensino. XIX ENEQ, **Quím. Nova Escola**, [s. l.], v. 41, n. 1, 2019.
- BEJAN, Claudia C. Cardoso; CARVALHO, Marcela Albino; AMORIM, César Augusto da Cruz; SILVA, Ricardo Oliveira. O uso de forno de micro-ondas doméstico e liquidificador na síntese de biodiesel. **Tchê Química**, [s. l.], v. 12, n. 24, 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/Rafaela%20Freitas/Favorites/Downloads/TcheQuimica2015.pdf>. Acessado em 24 de abril de 2020.
- BIODIESEL. **Agência Nacional de Petróleo**, 2020. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel>. Acessado em 24 de abril de 2020.
- BIODIESEL E BIOQUEROSENE, **União Brasileira. Biodiesel. A Energia do Brasil**. YouTube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Fz35RujfWNA>. Acessado em 16 de abril de 2020.

BORTALI, Michele Marcelo Silva *et al.* Análise de uma sequência didática para o Ensino Médio. **X ENPEC**, Águas de Lindóia - SP, 2015.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/SEF, 2018.

BRASIL. **Exame Nacional do Ensino Médio: Prova de Ciências Humanas e Suas Tecnologias e Prova de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias**. Brasília: MEC/INE, 2014. Disponível em: <<https://abrilguiadoestudante.files.wordpress.com/2017/05/enem2014-prova-1dia-azul.pdf>>. Acesso em 24 de abril de 2020.

BRASIL. Exame Nacional do Ensino Médio: Prova de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias e Prova de Matemática e Suas Tecnologias. **Brasília: MEC/INE, 2017**. Disponível em: <<https://abrilguiadoestudante.files.wordpress.com/2017/11/enem2017-2dia-cadernoazul.pdf>>. Acessado em 24 de abril de 2020.

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2011. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em 14, Março, 2020.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 2000.

BUSTAMANTE, J. A integração da ciência, tecnologia e sociedade: o grande desafio da educação no século XXI. **Revista Educação Brasileira**, v. 19, n. 39, 1997.

BRASIL. **Potencial de Redução de Emissões de CO₂ em Projetos de Produção e Uso de Biocombustíveis**. Ministério de Minas e Energia Ministro, Empresa de pesquisa e energia, Convênio nº 039, 2005.

CERON, Lucas Freier; PORTO, Lucas Porciuncula. Concensão-Quadro das Nações Unidas: Protocolo de Kyoto e a Política Nacional Sobre Mudança do Clima. I Congresso Internacional de Direito Ambiental e Ecologia Política. III Seminário Ecologia Política e Direito na América Latina. **Revista Eletrônica do Curso de Direito**, UFSM, 2012.

CHINOY, Ely. Sociedade uma introdução à sociologia. **Editora Cultrix**, São Paulo, 1967.

DEBDOUB, Miguel J.; BRONZEL, João L. Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. **Química Nova**, [s. l.], v. 32, n. 3, 2009.

DELIZOICOV, Demétrio; AULER, Décio. Alfabetização Científica – Tecnológica Para Quê? **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.

DOLZ, Joaquim; NOVERRAZ, Michèle; SCHNEUWLY, Bernard. Sequências didáticas para o oral e escrita: apresentação de um procedimento. In: DOLZ, Joaquim; NOVERRAZ, Michèle; SCHNEUWLY. Expressar-se em Francês Sequências Didáticas para o Oral e a Escrita. [S. l.: s. n.], 2004. cap. 4, p. 95-128.

Falta óleo diesel em postos de alguns estados. **Globo.com**, 19 fev. 2010. Disponível em: <http://g1.globo.com/bomdiabrasil/0,,MUL1496646-16020,00-FALTA+OLEO+DIESEL+EM+POSTOS+DE+ALGUNS+ESTADOS.html>. Acesso em: 24 out. 2020.

FENSHAM, Peter. De nouveaux guides pour l’alphabétisation scientifique. **CJSMTE**, Toronto, v. 2, 2002.

FERRARI, Roseli Aparecida; OLIVEIRA, Vanessa da Silva; SCABIO, Ardalle. Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**, v. 28, n. 1, 2005.

FIRME, Ruth do Nascimento; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro; BARBOSA, Rejane Martins Novais. Análise de uma sequência didática sobre pilhas e baterias: uma abordagem CTS em sala de aula de química. **XIV ENEQ**, 2008.

FROEHNER, Sandro; LEITHOLD, Juliana. Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade. **Química Nova**, v. 30, n. 8, 2007.

GERIS, Regina. Biodiesel de soja – reação de transesterificação para aulas práticas de química orgânica. **Química Nova**, v. 30, n. 5, 2007.

GOLDEMGERG, José. Biomassa e energia. **Química Nova**, v. 32, n. 3, 2009.

GUIMARÃES, Reinaldo Silva; BARLETTE, Vania Elisabeth; GUADAGNINI, Paulo Henrique. A engenharia Didática da Construção e Validação de Sequências de Ensino: Um Panorama com Foco no Ensino de Ciências. **Polyphonia**, v. 26, 2015.

GUIMARÃES, Yara A. F; GIORDAN, Marcelo. Elementos para Validação de Sequências Didáticas. **IX ENPEC Águas de Lindóia**. São Paulo, 10 a 14 nov. 2013.

GUIMARÃES, Yara; GIORDAN, Marcelo. Instrumento para construção e validação de sequência didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. **Universidade de São Paulo**, 2013. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0875-2.pdf>. Acesso em 14, Março, 2020.

LAVIOLA, Bruno Galvêas; MENEZES, Rafael Silva; LOUSADA, Eduardo Soriano. Empreendedorismo e Inovação: Construindo um Futuro Competitivo para o Biodiesel. **VII Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia e Inovação de Biodiesel**, Costão do Santinho Resort, Florianópolis – SC, 2019. Disponível em: <<file:///C:/Users/Rafaela%20Freitas/Favorites/Downloads/AnaisCBiodiesel2019.pdf>>. Acesso em 24 de abril de 2020.

LEITE, Rogério Cezar de Cerqueira; LEAL, Manoel Régis L. V. O biocombustível no Brasil. **Revista: Novos Estudo**, [s. l.], n. 78, 2007.

LÔBO, Ivon Pinheiro; FERREIRA, Sérgio Luis. Biodiesel: Parâmetros de qualidade e métodos analíticos. **Química Nova**, v. 32, n. 6, 2009.

MACHADO, Silvia Dias A. Educação Matemática: uma nova introdução. **EDUC – PUC**, [s. l.], ed. 3, 2008.

MARTINS, Isabel. Revisando Orientações CTS | CTSA na Educação e no Ensino das Ciências. Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia. **APEduc Revista/APEduc Journal**, 2020.

MARKMAN, Luna. Recife registra pico de temperatura três graus maior do que a média para janeiro. **G1**, Pernambuco, 29 jan. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2020/01/29/recife-registra-pico-de-temperatura-tres-graus-maior-que-do-a-media-para-janeiro.ghtml>. Acesso em: 24 out. 2020.

MÉHEUT, Martine; PSILLOS, Dimitris. Teaching-Learning Sequences: Aims And Tools For Science Education Research. **Int. J. Sci. Educ.**, v. 26, n. 5, p. 515-535, 16 abr. 2004.

MÉHEUT, Martine. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: BORESMA, Kerst *et al.* **Research and Quality of Science Education**. 2005. cap. 4, p. 195-207.

MENEZES, Alexandre Mota; SANTOS, Roberta Brito. Validação de Sequências de Ensino-Aprendizagem em Aula de Química de Escolas Secundárias do Estado de Sergipe-Basil. **IX**

Congreso Internacional sobre Investigación em Didáctica de Las Ciencias, Girona, 9 a 12 set. 2013.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. O desafio do conhecimento, pesquisa qualitativa em Saúde. **Hucitec/ABRASCO**, São Paulo/Rio de Janeiro, 1992.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero. Aquecimento global: uma visão crítica. **Revista Brasileira de Climatologia**, Instituto de Ciências Atmosféricas - UFAL, 2008.

MORTIMER, Eduardo; SCOTT, Phil. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 7, n. 3, 2002.

NUNES, Albino Oliveira; DANTAS, Josivânia Marisa. **Ensinando Química: propostas a partir do enfoque CTSA**. 1ª ed., São Paulo: Editora L. F., 2016.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da Matemática**: uma análise da influência francesa. 4. Ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

Pequenos Cientistas: Aquecimento global: CHCnaTV. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ul250RVtMrs>. Acesso em: 23 out. 2020.

PINGUELLI, Luiz *et al.* **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa** – Relatórios de Referência. COPPE/UFRJ: Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia - COPPE. Publicação do Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Marciel; MATOS, Eloiza Aparecida Silva Ávila; BAZZO, Walter Antonio. Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 44, 2007.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Marciel. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico**: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PORTO, Maria de Lourdes Oliveira; CHAPANI, Daisi Teresinha. Abordagem CTS (ciência-tecnologia-sociedade) e formação de professores: possíveis relações e questionamento. **ResearchGate**, 2013.

PRAIA, João; GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**, v. 13, n. 2, 2007.

JQ [Combustíveis] 2/6 - Consumo de combustíveis. Produção: Justiça em Questão. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=b7SAnvGiy_o. Acesso em: 23 out. 2020.

RAMALHO, Hugo; SUAREZ, Paulo. A Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino. **Rev. Virtual Química**, [s. l.], v. 5, 2013.

RAMOS, L. P.; SILVA, F. R.; MANGRICH, A. S.; CORDEIRO, C. S. Tecnologias de Produção de Biodiesel. **Rev. Virtual Quim.**, [s. l.], v. 3, 2011.

RODRIGUES, H. de Sousa; ALVES, P. de Abreu e Sousa. Interação Professores e Alunos no Ensino da Disciplina de Química. 55º Congresso Brasileiro de Química. **Recursos Renováveis: Inovação e Tecnologia**, Goiana/Goiás, 2015.

RUSCHEL, Carla Felippi. Análise exploratória aplicada a espectros de reflexão total atenuada no infravermelho com Transformada de Fourier (ATR-FTIR) de blendas de biodiesel/diesel. **Química Nova**, [s. l.], v. 37, n. 5, 2014.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação responsável no ensino de ciência. **Ciência e Educação**, [s. l.], v. 7, n. 1. 2001.

SANTOS, Ana Paula; PINTO, Ângelo. Biodiesel: Uma alternativa de combustível limpo. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, 2008.

SILVA, Eliada Andrade da Silva; ALVES, Cláudia Thamires da Silva C; SIMÕES NETO, José Euzebio. Sequência didática para abordagem de conceitos da termodinâmica química a partir dos problemas da obesidade. **REVEQ**, v. 4, n. 1, 2018.

SILVA Cristina Neres; LOBATO, Anderson Cezar, LAGO, Rochel Montero. Ensinando a Química do Efeito Estufa no Ensino Médio: Possibilidades e Limites. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 4, 2009.

SIMÕES NETO, José Euzebio; SOARES, Catarina Bezerra; ALVES, Cláudia Thamires da Silva. Análise de Propostas para Abordagem de Conceitos da Química por meio de conteúdos

Cordiais. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Natal-RN, 25 a 28 jun. 2019.

SOUSA, Maria do Carmo. Produtos educacionais de Matemática elaborados por professores da Educação Básica no âmbito do NIPEM. **Anais do Encontro da rede de professores, pesquisadores e licenciandos de Física e de Matemática**, São Carlos, SP, 2011.

O EFEITO Estufa. Produção: PhET Interactive SIMULATIONS. University of Colorado Boulder: [s. n.], 2020. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse. Acesso em: 23 out. 2020.

SOARES, Narciso das Neves; CARVALHO, Maria Inez da Silva de Souza. Didática da Matemática Francesa: implicações na formação em exercício de professores dos anos iniciais do ensino fundamental. **XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática**. Recife, 2011.

SOUZA, Carla Alves. Influências da Engenharia Didática Francesa na Educação Matemática no Brasil: A Circulação e a Apropriação de Ideias. **VII CBEM**, Montevideo-Uruguay, 16 a 20 set. 2013.

SUAREZ, Paulo; PLENTZ MENEGHETTI, Simoni. 70º Aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil. **Química Nova**, v. 30, n. 8, 2007.

VARELLA, Carlos Alberto Alves; SANTOS, Gilmar de Souza. Noções Básicas de Motores Diesel. 1. ed. Seropédica/RJ: UFRJ, 2010. 1-44 p. Disponível em: http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT154_motores_e_tratores/Literatura/No%E7%F5es%20B%E1sicas%20de%20Motores%20Diesel.pdf. Acesso em: 23 out. 2020.

XIAO, Guomin; GAO, Lijing. First Generation Biodiesel. In: BERNARDES, Marco Aurelio Dos Santos. **Biofuel Production – Recent Developments and Prospects**. Southeast University P. R. China: [s. n.], 2011. cap. 3, p. 45-64.

ZANOTTO, Ricardo Luiz; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; SAUER, Elenise. Ensino de Conceitos Químicos em um Enfoque CTS a partir de saberes Populares. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 22, n. 3, 2016.

APÊNDICE I

Questionário de concepções prévias:

Questões	Objetivos Específicos
01. Qual a importância o uso da energia na sociedade? Quais os tipos de energia são mais utilizados?	Avaliar a compreensão do aluno sobre a necessidade que o ser humano tem em consumir energia e quais os tipos de energia são utilizados.
02. O que você compreende sobre combustíveis renováveis e não renováveis?	Constatar se os alunos sabem diferenciar os combustíveis renováveis e não renováveis.
03. Quais as consequências do consumo de combustíveis derivados do petróleo na sociedade e meio ambiente?	Verificar se os alunos conseguem identificar as consequências e que estão atrelados ao consumo dos derivados do petróleo.
04. O que são biocombustíveis e quais a vantagem de utilizar esse biocombustível na sociedade e meio ambiente? Cite exemplos de alguns biocombustíveis, que você conhece.	Verificar o que os alunos sabem sobre o biocombustível, na perspectiva de eles reconhecerem as vantagens ambientais que ocorrem ao substituir o combustível não renovável para o biocombustível. E verificar quais os biocombustíveis eles conhecem atualmente.
05. Você considera o biodiesel é um biocombustível renovável? Justifique?	Avaliar se os alunos conseguem perceber que o biodiesel é um biocombustível alternativo ao óleo diesel. E que sua origem é de óleo vegetal ou gordura animal, diferente do óleo diesel.

Fonte: Elaborado pela Autora.

APÊNDICE II

Apresentação dos vídeos:

O primeiro vídeo apresentado tem a proposta de os alunos verificarem importância e a necessidade do recurso energético no desenvolvimento econômico e social. O vídeo expõe as principais fontes energéticas utilizadas atualmente pela sociedade, como carvão mineral e combustível derivados do petróleo. Além disso, ele aponta algumas problemáticas sociais e



JQ [Combustíveis] 2/6 - Consumo de combustíveis

Figura 11: Consumo de combustíveis

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=b7SAnvGiy_o

ambientais causados por esses combustíveis, como por exemplo, a emissão de gases poluentes na atmosfera e por incentivar guerras e disputas territoriais que contém bacias sedimentares de petróleo.

O segundo vídeo apresentado irá permitir abordar as causas e consequências do aumento da temperatura no planeta. Na primeira parte do vídeo foi apresentado as principais consequências desse aumento da temperatura no planeta, como por exemplo, alterações nos períodos de chuvas e secas nas regiões do planeta.



Pequenos Cientistas: Aquecimento global

Figura 12: Consumo de combustíveis

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=U1250RVtMrs>

Além disso, o vídeo informa que as causas do aumento da temperatura estão atreladas das atividades humanas, como por exemplo, queima do carvão, gasolina, florestas e desmatamento, no qual permite o aumento das concentrações de gases na atmosfera, como CO_2 , CH_4 e N_2O .

APÊNDICE III

Simulador eletrônico: O efeito estufa

O simulador eletrônico “o efeito estufa” é formado por ilustrações de conteúdos químicos que apresentam perspectivas de explorar conceitos macroscópicos para a compreensão do micro do efeito estufa. Esse simulador irá permitir os alunos constatarem como ocorre o processo emissão de energia térmica das moléculas gasosas na atmosfera, verificar quais os principais gases atmosféricos são causadores do efeito estufa e compreender como ocorre à formação do efeito estufa na atmosfera.



Figura 13: Consumo de combustíveis

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse

APÊNDICE IV

Apresentação do vídeo:

O vídeo apresentado irá possibilitar aos alunos constatarem a representatividade econômica do biodiesel e as políticas de produção do biodiesel implantadas no Brasil. Na primeira parte do vídeo é apresentado o biodiesel como biocombustível renovável, produzido a partir de óleos vegetais e gordura animais. Cerca de 36% da matéria prima produzida para produção do biodiesel vêm da agricultura familiar, que possibilita rendimentos econômicos para pequenos agricultores brasileiros. Em 2008, o Brasil passou a comercializar obrigatoriamente o diesel misturado com biodiesel.



Figura 14: A energia do Brasil.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=Fz35RujfWNA>

APÊNDICE V

Elaboração de infográficos:

Os modelos de infográficos apresentado na figura 13 têm à proposta de auxiliar os alunos na elaboração a atividade que será desenvolvida na aula. Esses modelos de infográficos podem ser baixados gratuitos na internet e copiá-los facilmente nos computadores da escola. Eles apresentam facilidade para o aluno realizar edições e formatações.



Figura 15: Modelos de infográficos gratuitos.

Fonte: <https://br.hubspot.com/ofertas/modelos-gratuitos-para-criar-infograficos>

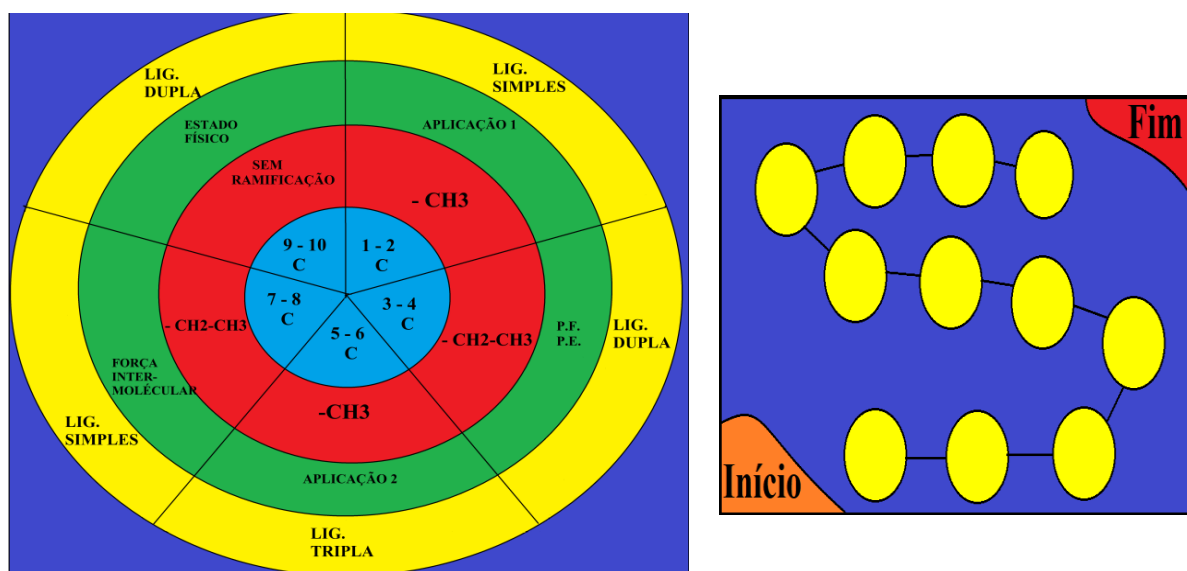
APÊNDICE VI

Atividade do jogo: Desafio das estruturas e nomenclaturas dos compostos orgânicos.

Apresentação do Jogo:

Este jogo consiste na participação de dois alunos sobre a orientação do professor, no qual eles irão responder perguntas aleatórias da roleta, porém cada pergunta respondida corretamente permite o aluno avançar uma casa do tabuleiro, vence o jogador que conseguiu chegar ao final primeiro.

Figura 16: Roleta orgânica e tabuleiro



Fonte: Elaborada pela autora.

A roleta apresenta quatro colorações com informações diferentes sobre a estrutura orgânica. A primeira rodada corresponde à coloração azul, ela contém informações do quantitativo de carbonos da cadeia principal. A segunda rodada corresponde à coloração vermelha, ao qual são apresentados ao aluno os possíveis grupos substituintes que serão ligados ao carbono da cadeia principal. A terceira rodada corresponde à coloração verde, nela o aluno irá identificar o grupo funcional através das dicas contidas nas cartas sobre algumas propriedades. E por fim, a coloração amarela que possibilita o aluno adicionar ligações simples ou múltiplas nos carbonos da cadeia principal.

A figura 9 contém as cartas que os participantes irão utilizar no momento da terceira jogada.

Figura 16: Cartas do Jogo Orgânico



Força Int. - São moléculas que apresentam características apolares, portanto, apresentam forças de van der Waals.

Aplicação - São considerados ótimos combustíveis e tem capacidade para produzir plásticos, fibras têxteis, borrachas sintéticas e entre outros produtos.

HIDROCARBONETO

Pontos de E. e F. - Possuem baixos pontos de ebulição e fusão, porém o aumento da massa molar promove o aumento dos pontos de ebulição e fusão.

Aplicação - A parafina é um produto derivado do petróleo que apresenta a característica física: branca, brilhosa, sem cheiro e sem gosto. Essa parafina pode ser utilizada para produzir vela, batom, em pranchas de surf.

HIDROCARBONETO

Estado Físico - Na CNTP, as moléculas que possuem de 1 a 4 carbonos são gasosas, de 5 a 17 carbonos são líquidas e acima de 17 carbonos são sólidas.

Aplicação - A parafina é um produto derivado do petróleo que apresenta a característica física: branca, brilhosa, sem cheiro e sem gosto. Essa parafina pode ser utilizada para produzir vela, batom, em pranchas de surf.

HIDROCARBONETO

Força Int. - São classificadas como moléculas polares, porém, não fazem ligações de hidrogênio entre si.

Aplicação - A propanona é um líquido incolor e de odor característico e é utilizada para remover esmalte de unhas.

CETONA

Pontos de E. e F. - Geralmente, as moléculas de monofunção possuem ponto de ebulição e fusão mais elevado que os alcoóis e menor que os aldeídos de massa molecular próxima.

Aplicação - A propanona é um líquido incolor e de odor característico e é utilizada para remover esmalte de unhas.

CETONA

Estado Físico - Na CNTP, as moléculas são líquidas, porém, em outras condições de ambiente elas são sólidas.

Aplicação - A Canfora é uma substância semi sólida, branca e de odor característicos as pomadas de descongestionante nasal.

CETONA

Força Int. - São moléculas polares, porém, não fazem ligações de hidrogênio entre si.

Aplicação - O formol é uma substância conhecida como metanal e pode ser aplicada como agente esterilizante, conservação de cadáveres e entre outros.

ALDEÍDO

Pontos de E. e F. - Possui ponto de fusão e ebulição mais alto que moléculas apolares e éteres de massa molecular próxima.

Aplicação - O benzaldeído é uma substância encontrada nas amêndoas, logo são utilizados como sabor artificial em alimentos.

ALDEÍDO

Estado Físico - As moléculas com até dois carbonos na sua estrutura são gasosas. E entre três a onze se encontra na fase líquida, porém, as demais moléculas são sólidas.

Aplicação - O benzaldeído é uma substância encontrada nas amêndoas, logo são utilizados como sabor artificial em alimentos.

ALDEÍDO

Força Int. – As moléculas de menores massas molares possuem forças de polares (dipolo permanente), porém quando a cadeia aumenta apresenta característica apolar. Aplicação - Está presente do biodiesel, que é um biocombustível renovável, e se encontra misturado ao óleo diesel vendido nos postos de combustíveis. ÉSTER	Pontos de E. e F. - Possuem ponto de ebulição e fusão mais baixo que os alcoóis de massa molecular próxima. Aplicação - O etanoato de butila é uma substância encontrada em várias frutas. Ele é responsável pelo odor característico que lembra maçã e banana. ÉSTER	Estado Físico - O aumento gradativo da massa molar, as moléculas deixam de ser líquida para viscosa até formar sólidos. Aplicação - Está presente do biodiesel, que é um biocombustível renovável, e se encontra misturado ao óleo diesel vendido nos postos de combustíveis. ÉSTER
---	---	---

Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir apresentamos as regras do jogo orgânico e as descrições de todas as jogadas.

Primeira Jogada	
Roleta	Tabuleiro
Na primeira rodada, o aluno irá obter informações do quantitativo de carbonos que representa a cadeia principal. Ele deverá escrever essa estrutura no papel.	O aluno deverá informar ao professor ou monitores do jogo, o nome do prefixo dessa cadeia. Caso o aluno acerte o nome do prefixo ele deverá andar uma casa no tabuleiro.

Segunda Jogada	
Roleta	Tabuleiro
Na segunda rodada, o aluno deverá escrever o grupo substituinte informado na roleta em qualquer carbono da cadeia principal.	Se a rodada não houver grupo substituinte, o participante deverá permanecer na mesma casa do tabuleiro; Após o aluno adicionar o grupo substituinte na cadeia principal, ele deverá informar ao professor ou monitores do jogo o nome do grupo substituinte, se a resposta estiver

	correta o participante deverá pular uma casa no tabuleiro, caso contrário ficará na mesma casa.
--	---

Terceira Jogada	
Roleta	Tabuleiro
O jogador deverá escolher uma carta que contém informações sobre algumas propriedades físicas e químicas das funções orgânicas: hidrocarboneto, álcool, éter, cetona, aldeído, ácido carboxílico e éster; Após a escolha da carta, o aluno deverá rodar a roleta para saber quais as propriedades físicas ou químicas o professor ou monitores do jogo deverá ler para os alunos, com o objetivo de o jogador identificar qual função orgânica está presente na carta; Caso o aluno não consiga identificar essa função, ele terá direito há mais quatro rodadas na roleta, para obter mais informações sobre as propriedades físicas ou químicas dessa função;	Se o aluno identificar o nome da função orgânica na primeira rodada, ele deverá andar cinco casas no tabuleiro. No entanto, se o aluno não conseguir identificar a função orgânica na primeira rodada, ele terá mais quatro jogadas, porém cada erro deixa de andar uma casa no tabuleiro, ou seja, se ele acertou na primeira rodada anda cinco casas, na segunda rodada anda quatro casas, terceira rodada anda três casas, na quarta rodada anda duas casas, na quinta rodada anda uma casa; Caso o participante não conseguir identificar o nome da função orgânica presente na carta, ele deverá permanecer na mesma casa do tabuleiro, porém, o professor ou monitor do jogo deverá informar ao aluno a função orgânica presente na carta; O jogador deverá localizar e escrever a função orgânica na cadeia principal apresentada na primeira rodada, caso ele consiga adicionar corretamente poderá avançar uma casa no tabuleiro.

Quarta Jogada	
Roleta	Tabuleiro

Na quarta rodada, o participante deverá inserir, na estrutura orgânica apresentada na primeira rodada, a saturação ou insaturação.	Se o aluno inserir corretamente insaturação presente na estrutura orgânica, o participante deverá andar uma casa no tabuleiro; Caso responda corretamente o nome do infixo presente na estrutura, ele deverá andar mais uma casa no tabuleiro; Por fim, se jogador nomear de acordo com a regra da IUPAC, a estrutura orgânica final do jogo, ele deverá andar três casas no tabuleiro.
---	--

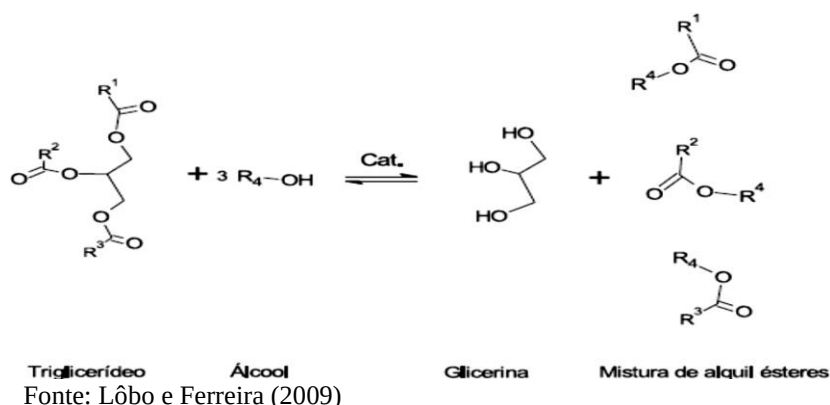
APÊNDICE VII

Atividade experimental: Síntese de biodiesel

Introdução:

O biodiesel é um combustível renovável produzido a partir de triglicerídeos oriundos de óleos ou gorduras vegetais e animais, tanto *in natura* como residuais, que atendas as especificações na Agência Nacional do Petróleo (ANP). Esses triglicerídeos reagem com o álcool primário (metanol ou etanol) para produzir moléculas de ésteres de ácido graxos (biodiesel) e a glicerina (ANP; 2020). Essa reação de síntese do biodiesel é denominada de transesterificação, como mostra a figura a seguir:

Figura 17: Reação de transesterificação de triglicerídeos.



Esse biocombustível apresenta diversas vantagens socioambientais, pois ao substituir parcialmente e/ou totalmente o diesel de petróleo promove a redução de emissão de gases poluentes a atmosfera como de dióxido de carbono (CO₂), responsável pelo aumento do efeito estufa e compostos sulfurados, que são causadores da chuva ácida (LAVIOLA; MENEZES; LOUSADA; 2019),

A proposta de síntese do biodiesel que será realizada neste experimento apresenta o objetivo de promover o conhecimento científico nas escolas de Ensino Médio a partir de uma escala de bancada. Por isso, esta prática experimental substituiu os equipamentos sofisticados de laboratórios por equipamentos de utilidades domésticas. Por fim, esta prática experimental foi elaborada a partir ideias apresentada por Bejan et al. (2015) e adaptada para atender nas necessidades das escolas de Ensino Médio.

Reagentes:

- Etanol (C_2H_5OH) P.A;
- Hidróxido de potássio (KOH) P.A;
- Óleo de fritura;

Materiais:

- Liquidificador;
- Proveta de 10 mL;
- Proveta de 5 mL;
- Balança;
- Béquer 10 mL;
- Funil de separação 250 mL;

Procedimento Experimental:**➤ Preparação do catalisador etóxido de potássio:**

01. Em uma proveta meça 40 mL de etanol (99,5%);
02. Com auxílio de uma balança analítica, pese 1,0 g de hidróxido de potássio (KOH) em um béquer (**CUIDADO: O hidróxido de potássio é uma substância corrosiva e pode causar queimaduras**);
03. Transfira KOH pesado para o liquidificador;
04. Transfira aos poucos o etanol da proveta para o béquer para arrastar o KOH que ficou impregnado nele, e em seguida transfira essa mistura para o liquidificador e agite por cerca de 2 minutos.

➤ Síntese do biodiesel:

05. Meça em uma proveta 50 mL de óleo de fritura e anote o volume pesado. Transfira para o liquidificador que contém a solução de etóxido de potássio e agite por mais 20 minutos;

➤ Extração do biodiesel:

08. Após a agitação, transfira a mistura para o funil de separação;
09. Em uma proveta de 10 mL meça 5 mL de glicerina e adicione no funil de separação, para facilitar a separação do biodiesel;
10. Aguarde em repouso por aproximadamente 5 minutos, até observar a formação de duas fases.
11. Extraia a fase mais densa (glicerina) utilizando uma proveta e meça o volume dessa glicerina. Por fim, transfira a fase menos densa para outra proveta e meça o volume, para calcular o rendimento da síntese do biodiesel (v/v).

Questionários:

01. Na reação de transesterificação utilizada na síntese do biodiesel, o etóxido de potássio apresenta qual função durante reação? Ele pode ser 100% recuperado após a reação? Justifique a sua resposta:

02. ENEM – 2017 (modificada) O biodiesel é um biocombustível produzido a partir de fonte renováveis e apresenta potencialidades energéticas de substituir parcialmente o combustível óleo diesel. A fórmula estrutural da molécula do biodiesel apresenta qual função orgânica?

03. ENEM – 2014 (modificada) O biodiesel é formado por uma mistura de ésteres derivados de ácidos graxos, presentes em óleos vegetais ou gorduras animais. Esse biocombustível apresenta propriedade que variam com a composição do óleo vegetal ou gordura animal utilizado na sua produção como, por exemplo, o teor de ésteres saturados que permite maior estabilidade exposto a oxidação, o que resulta um aumento da vida útil do biocombustível. A figura abaixo informa o teor médio de ácidos graxos de algumas fontes oleaginosas.

Fonte oleaginosa	Teor médio do ácido graxo (% em massa)					
	Mirístico (C14:0)	Palmitico (C16:0)	Esteárico (C18:0)	Oleico (C18:1)	Linoleico (C18:2)	Linolênico (C18:3)
Milho	< 0,1	11,7	1,9	25,2	60,6	0,5
Palma	1,0	42,8	4,5	40,5	10,1	0,2
Canola	< 0,2	3,5	0,9	64,4	22,3	8,2
Algodão	0,7	20,1	2,6	19,2	55,2	0,6
Amendoim	< 0,6	11,4	2,4	48,3	32,0	0,9

Qual fonte oleaginosa permite produzir um biodiesel de maior resistência à oxidação?

APÊNDICE VIII

Atividade de problemas abertos:

1º Problema:

O Recife vem sofrendo com o aumento da temperatura nos últimos anos. Segundo a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), Recife registrou em janeiro de 2020, temperatura máxima de 34°C e a expectativa da temperatura média no mês é três graus a menos. Os meteorologistas mediram a temperatura na Avenida Conde da Boa Vista às 14hs e observaram que na sombra o termômetro médio 31,5°C. Porém, no sol e com a presença de vento foram registrados 34°C. Próximo ao asfalto a temperatura é mais elevada, no entanto, no parque 13 de maio, um resquício verde no Centro da cidade, a temperatura era um pouco menor 30,5 °C. Eles afirmam que a cidade está sendo afetada pelo aquecimento global. Diante de toda essa situação no centro do Recife, quais medidas seriam eficazes para minimizar essa problemática socioambiental no Recife, tendo em vista a necessidade de transporte veicular, público e privado, intenso no centro cidade?

2º Problema:

Os fazendeiros no Rio Verde, sudoeste de Goiás, estão sofrendo para realizar as colheitas, pois as colheitadeiras estão sem combustíveis (óleo diesel). Segundo os fazendeiros da região, os postos de combustíveis de Goiás estão de mangueiras vazias. Eles também relataram que óleo diesel também virou produto raro em outras cidades do estado, como Anápolis e Porangatu. Os caminhoneiros relataram as consequências na espera do óleo diesel nos postos, pois segundo eles não conseguem fazer compromisso para viajar. Embora essa situação tenha sido resolvida após 12 dias, quais as medidas políticas que o governo brasileiro poderia ter tomada caso ocorresse uma drástica redução na produção de óleo diesel durante alguns meses e não pudesse importar esse combustível fóssil de outros países?

3º Problema:

Nos últimos anos os preços do petróleo subiram sensivelmente, passando do patamar de US\$ 20-30 por barril para um novo patamar entre US\$ 50-70 por barril. As instabilidades políticas e sociais nas regiões produtoras e a convicção de que o pico de produção será atingido nos próximos dez ou vinte anos estão mantendo a volatilidade dos preços desse insumo estratégico (LEITE; LEAL 2007). Diante dessa perspectiva política e econômica, que alternativa tecnológica os países consumidores poderiam desenvolver para solucionar essa dependência do consumo de derivado de petróleo e estabilizar a variação do preço do barril.