

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA

DIEGO BECALLI BROSEGUINI

**ETANOL: UMA ABORDAGEM CTSA COM PERSPECTIVA DE
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

VILA VELHA

2020

DIEGO BECALLI BROSEGUINI

**ETANOL: UMA ABORDAGEM CTSA COM PERSPECTIVA DE
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Dissertação apresentada a Coordenadoria do curso de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vila Velha, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Denise Rocco de Sena.
Coorientador: Prof. Dr. Paulo Rogerio Garcez de Moura.

VILA VELHA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Quezia Barbosa de Oliveira Amaral CRB6-590

B874e Broseguini, Diego Becalli

Etanol: uma abordagem CTSA com perspectiva de alfabetização científica. / Diego Becalli Broseguini. – 2020.

205 f. : il. ; 30 cm.
Inclui bibliografia.

Orientadora: Denise Rocco de Sena.
Coorientador: Paulo Rogério Garcez de Moura.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal do Espírito Santo,
Campus Vila Velha. Mestrado Profissional em Química, 2020.

1. Etanol. 2. Combustível renovável. 3. Alfabetização científica.
I. Sena, Denise Rocco. II. Moura, Paulo Rogério Garcez de. III.
Instituto Federal do Espírito Santo. IV. Título.

CDD: 662

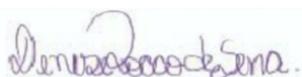
DIEGO BECALLI BROSEGUINI

**ETANOL: UMA ABORDAGEM CTSA COM PERSPECTIVA DE
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

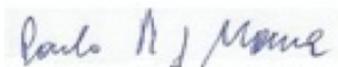
Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional-Profqui do Campus Vila Velha do Instituto Federal do Espírito Santo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovado em 4 de dezembro de 2020

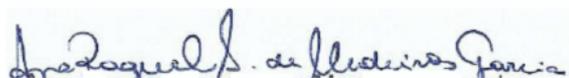
COMISSÃO EXAMINADORA



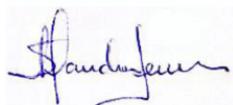
Profa. Dra. Denise Rocco de Sena
Instituto Federal do Espírito Santo
Orientadora



Prof. Dr. Paulo Rogerio Garcez de Moura
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador



Profa. Dra. Ana Raquel Santos de Medeiros Garcia
Instituto Federal do Espírito Santo
Membro Interno



Profa. Dra. Sandra A. Duarte Ferreira
Universidade Federal do Espírito Santo
Membro externo

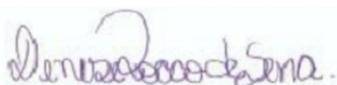
DIEGO BECALLI BROSEGUINI

BROSEGUINI, Diego Becalli; SENA, Denise Rocco de; MOURA, Paulo Rogério Garcez. **O tema etanol em duas SD com aplicações remoto e presencial: abordagem CTSA com vista a alfabetização científica.** Vitória: Ifes, 2020. p. 95 (Série ensino de química, n.6)

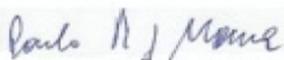
Produto final apresentado ao programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional- Profqui do Campus Vila Velha do Instituto Federal do Espírito Santo como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovado em 4 de dezembro de 2020

COMISSÃO EXAMINADORA



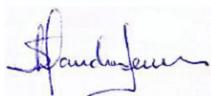
Profa. Dra. Denise Rocco de Sena
Instituto Federal do Espírito Santo
Orientadora



Prof. Dr. Paulo Rogério Garcez de Moura
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador



Profa. Dra. Ana Raquel Santos de Medeiros Garcia
Instituto Federal do Espírito Santo
Membro Interno



Profa. Dra. Sandra A. Duarte Ferreira
Universidade Federal do Espírito Santo
Membro externo

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Declaro, para fins de pesquisa acadêmica, didática e técnico-científica, que a presente dissertação de mestrado pode ser parcialmente utilizada, desde que faça referência ao autor.

Vila Velha, 4 de dezembro de 2020.



Diego Becalli Broseguini

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as obras realizadas em minha vida e pela força fornecida ao longo do tempo que associei trabalhos e estudos.

A minha mãe e ao meu pai, Maria José Becalli Broseguini e José Luiz Broseguini, que sempre acreditaram na minha dedicação aos estudos e fizeram o máximo financeiramente e emocionalmente para que eu pudesse atingir meus objetivos.

A minha esposa, Maria Lopes Pereira Becalli, por seu amor e apoio emocional nos momentos mais difíceis dessa jornada e pelo exemplo diário de dedicação aos estudos.

Agradeço ao meu coorientador, professor Paulo Rogerio Garcez de Moura, pelos ensinamentos e incentivos em nossas conversas, sempre me desafiando a ser melhor e enriquecendo minhas propostas.

A minha orientadora, professora Denise Rocco de Sena, pelo apoio nos momentos mais difíceis, por sempre acreditar no meu potencial e por me mostrar o verdadeiro significado de ser professor!

Agradeço aos meus colegas de turma e aos professores do Profqui/Ifes-VV com os quais passei excelentes momentos de aprendizagem e troca de experiências que ficarão sempre guardadas em minha memória.

RESUMO

O Brasil é o segundo maior produtor de etanol do mundo e o combustível é estratégico para a evolução tecnológica de uma mobilidade com menos impacto sobre o meio ambiente. O tema se faz relevante em função do constante crescimento do uso de combustíveis renováveis no Brasil e no mundo e, devido ao estado de pandemia vivido em 2020, teve aumento significativo na sua utilização como método antisséptico para produção de álcool 70%. Em virtude da importância desse tema, esta dissertação tem por objetivo promover a Alfabetização Científica a partir de uma abordagem de ensino que tem como foco o desenvolvimento das inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) sobre o tema etanol para abordar conceitos químicos e os contextos tecnológicos, históricos, políticos, sociais e ambientais que estão relacionados com a produção e utilização dessa substância no Brasil. Para isso, foram desenvolvidas duas SD com atividades experimentais, visita técnica, página da Web, ferramentas online, discussões em grupo que envolvem conceitos como ponto de ebulição, polaridade, forças intermoleculares, viscosidade, pressão de vapor, fermentação e destilação relacionados a produção de etanol, bem como os aspectos sociais e ambientais ligados a sua produção. As SD foram validadas com base nos grupos de análise: estrutura e organização, problematização, conteúdos e conceitos, método de ensino e avaliação, abordagem CTSA e promoção de alfabetização científica. No caso da SD no formato remoto, além dos grupos de análise citados, foi incluído o acionamento do interesse dos alunos no contexto remoto. Os resultados mostraram que ambas apresentam aspectos mais que suficientes em relação a sua estrutura e organização, que seguem de forma muito satisfatória a abordagem CTSA e que têm potencial para promoverem a alfabetização científica. Para a SD no formato remoto, foi possível verificar ainda, segundo os avaliadores, que existe um potencial muito importante com relação ao aumento do interesse dos alunos no contexto remoto frente ao momento pandêmico atual. Ficou evidenciado que os pontos fortes das duas SD são a diversificação das atividades e o protagonismo dos alunos.

Palavras-chave: Etanol. Combustível renovável. CTSA. Alfabetização científica. Ensino de química.

ABSTRACT

Brazil is the second largest producer of ethanol in the world and the fuel is strategic for the technological evolution of mobility with less impact on the environment. The theme is relevant due to the constant growth in the use of renewable fuels in Brazil and in the world and, due to the pandemic state experienced in 2020, there was a significant increase in its use as an antiseptic method for the production of 70% alcohol. Due to the importance of this theme, this dissertation aims to promote Scientific Literacy from a teaching approach that focuses on the development of interrelationships between science, technology, society and the environment (CTSA) on the subject of ethanol to address chemical concepts and technological, historical, political, social and environmental contexts that are related to the production and use of this substance in Brazil. For that, two SD were developed with experimental activities, technical visit, web page, online tools, group discussions involving concepts such as boiling point, polarity, intermolecular forces, viscosity, vapor pressure, fermentation and distillation related to ethanol production, as well as the social and environmental aspects related to its production. The SD in the face-to-face format was validated by groups of specialists, peers and students who belonged to the chemistry degree course, and the SD in the remote format, was validated by 34 professors, including 5 doctors, 4 masters, 14 master students, 2 graduates in geography, 1 graduate in history and 8 graduates in chemistry. The results of the validations showed that the SDs have more than sufficient aspects in relation to their structure and organization, that they follow the CTSA approach very satisfactorily and that they have the potential to promote scientific literacy. For SD in the remote format, it was also possible to verify, according to the evaluators, that there is a very important potential with regard to increasing the interest of students in the remote context in view of the current pandemic moment. It became evident that the strengths of the two SD are the diversification of activities and the role of students.

Keywords: Ethanol. Renewable fuel. CTSA. Scientific literacy. Chemistry teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução das vendas de automóveis por tipo de combustível utilizado (Em milhares de carros novos).....	24
Figura 2 - Variação do preço do barril de petróleo de 1995 até 2018	25
Figura 3 - Produção de etanol em mil metros cúbicos, entre 1980 e 2018	25
Figura 4 - Matrizes Energéticas do Brasil e Mundial	29
Figura 5 - Evolução do valor do Etanol, Gasolina e Diesel	30
Figura 6 - Fluxograma de produção de EG1:	43
Figura 7 - Ciclo-produtivo do E2G:	44
Figura 8 - Representação da interação e das polaridades das moléculas de água e etanol:.....	46
Figura 9 - Processos para produção de etanol.....	49
Figura 10 - Relação CTSA	54
Figura 11 - Esquema do Conceito de AC	63
Figura 12 - Representação esquemática dos três momentos pedagógicos.....	68
Figura 13 - Charge 1 uma visão crítica do trabalho rural relacionado à produção de Etanol a partir de cana-de-açúcar	69
Figura 14 - A biomassa na produção de combustíveis – O Etanol.....	70
Figura 15 - Movido a Álcool.....	70
Figura 16 - Esquema representativo do experimento de produção de etanol ..	88
Figura 17 - Exemplo da sala de aula virtual:	95
Figura 18 - Exemplo da criação de turmas no google sala de aula:.....	95
Figura 19 - Esquema representativo do experimento de produção de etanol:	107
Figura 20 - Esquema representativo do experimento de produção de etanol:	140

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Visão externa da escola Miguel Afonso	74
Foto 2 - Vista do pátio da escola Miguel Afonso:	74
Foto 3 – Validação da SD:	118
Foto 4 - Validação da SD:	118
Foto 5 - Apresentação e validação da SD:	140

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Pressão de Vapor x Temperatura.....	47
Gráfico 2 – Participantes da validação da SD no formato presencial.....	72
Gráfico 3 – Participantes da validação da SD no formato remoto.....	73
Gráfico 4 - Resultado da validação em relação a dimensão Estrutura e Organização.....	119
Gráfico 5 - Resultado da validação para o item adequação ao tempo segundo as atividades propostas segundo avaliação dos alunos de licenciatura (A3):	120
Gráfico 6 - Resultado da validação em relação a dimensão problematização	121
Gráfico 7 - Resultado da validação do item Problemática nas perspectivas Social/ Científica segundo avaliação dos especialistas e pares (A3):.....	122
Gráfico 8 - Resultado da validação em relação a dimensão conteúdos e conceitos:	123
Gráfico 9 - Resultado da Avaliação para o Item Objetivos e Conteúdos (C1)	123
Gráfico 10 - Resultado da validação em relação a dimensão método de ensino e avaliação:	124
Gráfico 11 - Resultado da validação para o item Métodos de Avaliação (D3)	125
Gráfico 12 - Resultado da validação em relação a dimensão finalidades:	126
Gráfico 13 - Resultado da validação em relação a dimensão conhecimento:	127
Gráfico 14 - Resultado da validação para o indicador E.2.2 segundo avaliação dos especialistas e pares:	128
Gráfico 15 - Resultado da validação para o indicador E.2.2 segundo avaliação dos alunos de licenciatura em química:	128
Gráfico 16 - Resultado da validação em relação a dimensão procedimento..	129
Gráfico 17 - Resultado da validação em relação a promoção de Alfabetização Científica:	130
Gráfico 18 - Resultado da validação em relação a dimensão Estrutura e Organização.....	141
Gráfico 19 - Resultado da validação para o item Referencial Teórico/Bibliografia	142

Gráfico 20 - Resultado da validação em relação a dimensão problematização:	143
Gráfico 21 - : Resultado da validação em relação a dimensão conteúdos e conceitos:	144
Gráfico 22 - Resultado da validação em relação a dimensão método de ensino e avaliação:	145
Gráfico 23 - Resultado da validação em relação a dimensão finalidades:	146
Gráfico 24 - Resultado da validação em relação a dimensão conhecimento:	147
Gráfico 25 - Resultado da validação para o indicador E.2.4	147
Gráfico 26 - Resultado da validação em relação a dimensão procedimento..	148
Gráfico 27 - Resultado da validação para o indicador E.3.2	149
Gráfico 28 - Resultado da validação em relação a promoção de Alfabetização Científica:	150
Gráfico 29 - Resultado da validação em relação a utilização do grupo de WhatsApp para divulgação das atividades.....	151
Gráfico 30 - Resultado da validação em relação a utilização de página criadas na Web.....	152
Gráfico 31 - Resultado da validação em relação a utilização de um formulário logo após as atividades	153
Gráfico 32 - Resultado da validação em relação a experimentação com materiais cotidianos.....	154
Gráfico 33 - Resultado da validação em relação a utilização de assistentes virtuais.....	155

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção de Etanol em Estados e regiões (em mil m ³)	26
Tabela 2 - Principais aplicações das sobras da indústria canavieira e seu destino final	32
Tabela 3 - Propriedades Físicas do Etanol	34
Tabela 4 - Relação entre os pontos de ebulição das substâncias puras e da mistura:	51
Tabela 5 - Instrumento de Análise CTSA	56
Tabela 6 - Descrição de Indicadores de Alfabetização Científica: Trabalho com dados	61
Tabela 7 - Descrição de Indicadores de Alfabetização Científica: Estruturação do pensamento:.....	62
Tabela 8 - Descrição de Indicadores de Alfabetização Científica: Entendimento da situação analisada:.....	62
Tabela 9 - Experimentos sobre o Etanol e suas propriedades	82
Tabela 10 - Atividade da SD.....	91
Tabela 11 - Cronograma de Atividades.....	92
Tabela 12 - Experimentos sobre o Etanol e suas propriedades.....	100
Tabela 13 - Itens - Estrutura e Organização.....	111
Tabela 14 - Itens – Problematização.....	112
Tabela 15 - Itens – Conteúdos e Conceitos	112
Tabela 16 - Itens - Método de Ensino e Avaliação	113
Tabela 17 - Indicadores da Dimensão Finalidades	114
Tabela 18 - Indicadores da Dimensão Conhecimento.....	114
Tabela 19 - Indicadores da Dimensão Procedimento.....	114
Tabela 20 - Indicadores da Dimensão Trabalho com Dados	115
Tabela 21 - Indicadores da Dimensão Estruturação do Pensamento	115
Tabela 22 - Indicadores da Dimensão Entendimento da Situação Analisada	116
Tabela 23 - Estratégias de acionamento do interesse dos alunos no contexto remoto:	116
Tabela 24 - Alterações nas atividades da SD – formato remoto	156

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1 O TEMA ETANOL E O ENSINO DE QUÍMICA	19
3.2 ETANOL: ASPECTOS HISTÓRICOS, POLÍTICOS, AMBIENTAIS E CIENTÍFICOS.....	21
3.2.1 O Desenvolvimento da Produção do Etanol no Brasil	21
3.2.2 Biocombustíveis, Etanol e seus aspectos ambientais	28
3.2.3 Características Químicas Etanol	34
3.2.4 Processos de Obtenção do Etanol	38
3.2.5 Conceitos Químicos Envolvidos no Tema Etanol	44
3.2.5.1 Interações Intermoleculares	44
3.2.5.2 O Processo de Fermentação.....	48
3.2.5.3 O Processo de Destilação	50
3.3 MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE - CTSA.....	52
3.4 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	59
3.5 O ENSINO REMOTO EMERGENCIAL EM TEMPOS DE PANDEMIA	63
3.6 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS.....	65
4. METODOLOGIA	66
4.1 METODOLOGIA DE PESQUISA	66
4.2 METODOLOGIA DIDÁTICA – PEDAGÓGICA	66
4.3 SUJEITOS DA PESQUISA.....	71
4.3.1 SD no formato presencial	71
4.3.2 SD no formato remoto	72
4.4 PÚBLICO ALVO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	743
4.5 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	744
4.6 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA – FORMATO PRESENCIAL.....	76
4.6.1 Informações Gerais	766
4.6.2 Cronograma de Atividades	766
4.6.3 As Atividades da Sequência Didática	777
4.7 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA – FORMATO REMOTO – ONLINE	90

4.7.1 Informações Gerais	90
4.7.2 Cronograma de Atividades	92
4.7.3 As Atividades da Sequência Didática	93
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	110
5.1 VALIDAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	110
5.2 RESULTADOS DAS VALIDAÇÕES	117
5.2.1 SD no formato presencial	117
5.2.2 SD no formato remoto	140
6 PRODUTO EDUCACIONAL	156
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	157
REFERÊNCIAS	161
BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS	170
ANEXO A - Matriz curricular do curso de licenciatura em química da Ufes 2002.	172
ANEXO B. Carta de anuência para desenvolvimento da pesquisa na instituição	173
ANEXO C - Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE para responsável legal pelo menor de 18 anos	174
ANEXO D. Modelo de Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, para participantes menores de idade	179
ANEXO E. Consentimento pós-informação – Responsável pelo menor.	184
ANEXO F. Termo de autorização de uso de imagem e som	186
APÊNDICE G - Modelo de questionário a ser aplicado aos alunos como meio de caracterização dos sujeitos da pesquisa.	187
APÊNDICE H - Roteiro de aula experimental da atividade 4 da sequência didática	191
APÊNDICE I - Roteiro de aula experimental da atividade 6 da sequência didática	195
APÊNDICE J - Roteiro de aula experimental da atividade 8 da sequência didática	197
APÊNDICE K. Instrumento de validação das sequências didáticas no formato presencial e remoto	199
APÊNDICE L - Item G do instrumento de validação da sequência didática no formato remoto	201

1 INTRODUÇÃO

A química é a ciência que estuda a natureza da matéria, suas transformações e a energia envolvida nesses processos. O estudo da química, assim como de outras áreas do conhecimento, é fundamental para desenvolver a capacidade de raciocinar logicamente, observar, redigir com clareza, experimentar e buscar explicações, compreender e refletir sobre os fatos do cotidiano ou sobre questões veiculadas por todo tipo de mídia para analisar criticamente a realidade e a condição para o exercício da cidadania, ou seja, “a capacidade de tomar decisões fundamentadas em informações e ponderadas as diversas consequências decorrentes de tal posicionamento” (SANTOS; SCHNETZLER, 1996, p. 29).

Conceitos químicos estão presentes constantemente em nosso cotidiano, como por exemplo, na identificação das substâncias em uma bula de medicamentos, na interpretação das concentrações das espécies químicas contidas em alimentos, na tomada de decisão sobre qual combustível deve ser usado em veículos, no meio ambiente, nas consequências de determinadas escolhas para a economia e assim por diante. Portanto, exige-se que o cidadão tenha o mínimo de conhecimento de conceitos químicos para poder participar na sociedade atual. A esse respeito, Aguiar, Martins e Maria (2003, p.18) declara:

Trata-se de formar o cidadão-aluno para sobreviver e atuar de forma responsável e comprometida nesta sociedade científico-tecnológica, na qual a Química aparece como relevante instrumento para investigação, produção de bens e desenvolvimento socioeconômico e interfere diretamente no cotidiano das pessoas.

Para a construção de um modelo de desenvolvimento comprometido com a cidadania contribuindo para que o estudante tenha um propósito de vida mais comunitário e atue de forma construtiva com a sociedade na qual está inserido, é preciso uma mudança de atitudes e valores desses estudantes para o uso mais adequado e sustentável das tecnologias. É preciso mostrar também a complexidade dos aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais, que estão envolvidos nos problemas regionais e mundiais.

Para isso, escolheu-se produzir duas sequências didáticas: uma para ser aplicada presencialmente e outra na modalidade a distância com atividades on-line e off-line. Ambas contam com uma abordagem de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) na temática etanol e seus contextos: histórico, político e social no Brasil, proporcionando assim um direcionamento maior para a educação, na qual seja possível integrar as abordagens citadas.

As sequências didáticas produzidas estão baseadas nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) e possuem uma série de 10 atividades cada, que incluem: apresentações de teatro, música, maquete, produções de HQs, animações e podcasts, experimentos que vão desde as propriedades físico-químicas do etanol até a sua produção e discussões de aspectos históricos, políticos, econômicos, sociais, ambientais e químicos do tema. De acordo com Zabala (1998, p.18), uma sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Com essa perspectiva, todas as atividades estão direcionadas para que o aluno se torne o protagonista do processo ensino-aprendizagem e o professor possa atuar como moderador e facilitador na busca pelo conhecimento.

A escolha do tema Etanol deve-se ao fato dessa substância apresentar diversas aplicações tecnológicas, além de ser uma fonte renovável de energia muito importante no Brasil e no mundo. Questões relativas ao etanol como combustível são amplamente discutidas nos noticiários, mídias impressas e digitais, pois é um combustível muito importante na matriz de combustíveis nacional o que facilitaria, para o estudante, a conexão entre a ciência química, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente. O tema também proporciona a abordagem de diversos conceitos e conteúdos propostos nos currículos de química do ensino médio, como, por exemplo: separação de misturas (destilação simples e fracionada), fermentação (produção de álcool e açúcar), funções orgânicas (fórmula molecular e estrutural, soluções azeotrópicas e forças intermoleculares (ligações de hidrogênio) entre outros, conceitos esses de alta complexidade e

importantes do ponto de vista tecnológico e científico. Esses conteúdos trabalhados de forma isolada impedem que os estudantes relacionem os conceitos ao seu contexto social por se tratarem de conceitos químicos sem aplicação aparente. A abordagem de conteúdos na perspectiva CTSA, oferece um direcionamento maior para a educação, na qual é possível promover a integração dos conhecimentos em seus aspectos científicos, sociais, ambientais e culturais. Neste sentido, o conhecimento poderá ser construído de maneira mais sólida, proporcionando ao sujeito entender diversas questões que exigem conhecimentos de tais aspectos. O trabalho com o enfoque CTSA promove uma formação de atitude crítica, reflexiva e responsável para a resolução de questões sociais relacionadas à ciência e tecnologia (RESTREPO, 2010).

Além da correlação entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente, também é importante que o ensino de química seja capaz de possibilitar aos estudantes uma formação que permita compreender o meio em que vivem e que possibilite a esses futuros cidadãos intervirem de forma consciente nas decisões político-sociais de forma a transformar o mundo em que vivem para melhor. Buscando trazer ao trabalho uma abordagem mais crítica e integrada é que além de trabalhar os conceitos numa abordagem CTSA, pretende-se ainda promover nesta pesquisa a Alfabetização Científica (AC) desses estudantes.

Segundo Chassot (2010), a AC é considerada como o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos cidadãos fazer a leitura crítica do mundo onde vivem e, além disso, tornarem-se agentes da transformação para melhor. Isso é ressaltado também por Fourez (2003, p. 45), “o objetivo da Alfabetização Científica e Tecnológica não é uma série de conhecimentos particulares, mas um conjunto global que nos permite reconhecemo-nos no universo”, o que completa a proposta de pesquisa que se pretende desenvolver no presente projeto.

Uma dificuldade no ensino de química consiste que muitos currículos da formação docente tendem a privilegiar uma perspectiva técnica, entendendo a atividade docente ligada a apenas à resolução de problemas pela aplicação de teorias e técnicas, desconsiderando as circunstâncias reais, a relação que

deveria existir entre teoria e prática e mantendo um caminho paralelo entre a formação pedagógica e a específica (SCHNETZLER, 2002).

A matriz curricular do curso de licenciatura em química da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), inserida no (ANEXO A), em que o presente pesquisador foi formado, apresentava das trinta e oito disciplinas obrigatórias, apenas 6 (seis) específicas da área de educação: Psicologia da Educação, Organização e Funcionamento do Ensino Fundamental e Médio, Didática, Instrumentação para o Ensino de Química, Prática de Ensino de Química, Tópicos Especiais no Ensino de Química.

Apesar de a matriz curricular ter sofrido mudanças ao longo dos últimos anos, muitos profissionais que atuam nas redes pública e particular de ensino são formados pela antiga matriz, sendo assim, passaram por uma formação deficiente em diversos aspectos que envolvem ensino de química.

Para Almeida e Biajone (2007), é necessário que os cursos de formação inicial e os professores formadores promovam novas práticas e novos instrumentos de formação, como estudos de caso e práticas, estágios de longa duração, memória profissional, análise reflexiva, problematizações, entre outros.

Nesse sentido, é importante refletir sobre a formação dos professores de química. Se a formação do professor não for adequada e ele não possuir oportunidades de formação continuada, os obstáculos para um ensino de química inovador, contextualizado e adequado às questões sociocientíficas serão cada vez maiores e os estudantes formados por esses professores não terão a oportunidade de utilizar o conhecimento de forma crítica, o que possibilitaria melhorias em seu cotidiano.

Chassot (2014) considera que, por um longo período, os cursos de licenciatura eram apresentados como uma alternativa para aquelas pessoas que se interessavam pela Química, mas que não conseguiam prosseguir nos estudos das disciplinas específicas que possuíam um nível mais avançado, como a

Química Inorgânica, Química Orgânica e a Físico-Química. Dessa forma, restavam-lhes as disciplinas de cunho pedagógico, que lhes possibilitariam atuarem no magistério. Dessa forma, o autor defende que:

[...] sempre que o licenciado, mesmo que não vá operar com aparelhagem tão sofisticada quanto o químico industrial, nem trabalhar com produtos tão puros quanto o bacharel em química, merece uma preparação com a maior e melhor excelência, pois vão “mexer” na cabeça das crianças, dos jovens ou dos adultos, ensinando-lhes uma nova maneira de ler o mundo com a linguagem química (CHASSOT, 2014, p. 60).

A formação do professor deve ser realizada com ferramentas e estratégias que o ajude a lidar com a complexidade do ato pedagógico, principalmente para aqueles que estão iniciando a carreira docente. A matriz curricular apresentada no anexo A contempla apenas cento e vinte (120) horas de práticas para o ensino de química, o que mostra como a formação dos profissionais da época está defasada em relação às atuais necessidades e dificuldades encontradas na sala de aula.

O ensino de química deveria trazer relações com a cidadania, com o cotidiano do estudante e com as tecnologias envolvidas no processo de ensino e aprendizagem, para isso, o professor deve possuir oportunidade de formação continuada.

Outro aspecto marcante dos cursos de formação de professores nas décadas passadas é a oposição da teoria e prática nas disciplinas (específicas e pedagógicas) que não buscavam estabelecer um diálogo entre teorias e modelos pedagógicos com os conteúdos científicos que os futuros professores de química deveriam ministrar (SCHNETZLER, 2000).

Atualmente, os cursos de licenciaturas são orientados pela Resolução Nº 2, DE 1º de Julho de 2015 do Conselho nacional de educação (BRASIL, 2015) que em seu capítulo V afirma que a estrutura curricular dos cursos de formação inicial de professores para a educação básica em nível superior, em cursos de licenciatura, terá, no mínimo:

- a) 3.200 (três mil e duzentas) horas de efetivo trabalho acadêmico, em cursos com duração de, no mínimo, 8 (oito) semestres ou 4 (quatro) anos, compreendendo, 400 (quatrocentas) horas de prática como componente curricular, distribuídas ao longo do processo formativo;
- b) 400 (quatrocentas) horas dedicadas ao estágio supervisionado, na área de formação e atuação na educação básica;
- c) pelo menos 2.200 (duas mil e duzentas) horas dedicadas às atividades formativas estruturadas pelos núcleos de formação geral e de aprofundamento e diversificação de estudos das áreas de atuação profissional, incluindo os conteúdos específicos e pedagógicos, priorizadas pelo projeto pedagógico das instituições, em sintonia com os sistemas de ensino, atendendo às demandas sociais;
- d) 200 (duzentas) horas de atividades teórico-práticas de aprofundamento em áreas específicas de interesse dos estudantes, conforme núcleo de estudos integradores para enriquecimento curricular, compreendendo a participação em iniciação científica, iniciação à docência, extensão e monitoria, entre outras.

As transformações curriculares, propostas pela resolução em 2015 pelo CNE, estão sendo implementadas e seus efeitos serão sentidos em um futuro próximo, entretanto, os profissionais formados nas décadas passadas, não tiveram a oportunidade desse tipo de formação integradora e prática.

Com o propósito de contribuir para a melhoria do ensino de química, principalmente para os professores formados anteriormente à resolução CNE de 2015, voltado para além das questões conteudistas, e em consonância com a formação do cidadão, crítica, atenuado às questões sociais, culturais e ambientais, a referida dissertação visa a desenvolver um produto educacional que auxilie esses professores a promoverem um ensino de química mais contextualizado com a realidade do estudante, em que os conceitos científicos possam ser trabalhados de forma mais motivadora.

2 OBJETIVOS

Promover a alfabetização científica a partir da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, por meio de Sequências Didáticas, sobre o tema etanol, para relacionar conceitos químicos e os contextos tecnológicos, históricos, políticos, sociais e ambientais que estão relacionados com a produção e utilização dessa substância no Brasil.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

I - Criar SD sobre o tema etanol com abordagem CTSA e vista a Alfabetização Científica para o ensino de química na modalidade presencial e remota.

II – Validar a capacidade das SD desenvolvidas proporcionarem a Alfabetização Científica utilizando a abordagem CTSA;

III – Contribuir para o ensino de conceitos de química a partir do tema etanol, sua produção, purificação, propriedades e aplicações;

IV – Promover o pensamento crítico dos estudantes sobre os diferentes aspectos sociais, históricos, políticos, tecnológicos e ambientais envolvidos na produção e utilização do etanol;

V – Produzir um guia didático sobre o tema etanol e seu contexto histórico, político, social e ambiental no Brasil com uma abordagem CTSA com promoção de Alfabetização Científica.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O TEMA ETANOL E O ENSINO DE QUÍMICA

A análise das publicações em que o tema etanol e o ensino de química foram abordados nos últimos dez anos demonstram que o assunto foi tratado em consonância com outros combustíveis como gasolina e querosene, trazendo comparações entre os mesmos, principalmente como tema para uma abordagem da Química da molécula, envolvendo os diferentes processos de obtenção e seu uso como combustível ou bebidas alcoólicas. Algumas publicações utilizam o tema Etanol em uma abordagem CTSA.

Amaral (2009) explora o tema etanol como um dos assuntos presentes em livros didáticos, ressalta que podem ser utilizados para uma abordagem CTSA e deve ser tratado de forma interdisciplinar pelo professor. Demonstra as vantagens e desvantagens do uso do etanol como combustível em comparação a combustíveis derivados do petróleo.

Caldeira (2009) utiliza o tema etanol numa abordagem CTSA numa perspectiva social e ambiental de seu uso como fonte de energia, defendendo um olhar mais cuidadoso para o desenvolvimento das habilidades de criticidade e leitura do mundo por meio da prática discursiva em sala de aula. Já Celante (2016) traz um estudo que visa resgatar parte da história da ciência e da tecnologia do Brasil, em especial da história da química no período colonial, abordando, com enfoque CTSA, processos de fermentação, fenômenos químicos, biológicos, tecnológicos e os impactos ambientais que a fabricação da cachaça com o uso de alambiques pode causar.

Diniz (2011) aborda o tema etanol como forma de integração da utilização de metodologias de ensino diferenciadas, como o uso de aulas experimentais e aplicação de recursos tecnológicos em sala de aula, que podem desempenhar um papel importante na aprendizagem dos alunos, visto que estimulam sua curiosidade e aprendizagem. Também foi observado que vários trabalhos

utilizam o tema etanol com um olhar voltado aos aspectos técnicos, principalmente relacionados a sua utilização como combustível.

Scafi (2010) utiliza o etanol e outros combustíveis para a realização de experimentos visando a contextualização do ensino de química. Este trabalho compara a capacidade calorífica do etanol a de outros combustíveis e mostra o processo de obtenção do etanol a partir destilação da garapa.

Oliveira, Massena e Afonso (2013) utilizaram o etanol para abordar a propriedade densidade e a evolução do densímetro com o objetivo de demonstrar a importância da densidade no controle de qualidade de produtos como bebidas e combustíveis contendo etanol.

Silva e Tavares (2015) trabalham o tema etanol vinculado a sua propriedade como combustível. Neste trabalho, os autores ressaltam a importância do etanol como fonte alternativa de energia renovável com opção complementar ao crescimento das necessidades da sociedade.

Karine, Brito e Oliveira (2016) mostram diferentes meios de produção do etanol a partir de alimentos, utilizando de materiais alternativos para a construção de um destilador para a separação do etanol.

Fonseca *et al.* (2018) utilizaram o etanol comparado a outros combustíveis, gasolina e querosene, em um trabalho fundamentado em uma sequência de ensino investigativo acerca do poder calorífico dos combustíveis.

Outros trabalhos como o de Leal, Araújo e Pinheiro (2012) associam o tema etanol como componente de bebidas alcoólicas considerando aspectos históricos, socioculturais, científicos e filosóficos relacionados ao consumo de bebidas.

Resende, Castro e Pinheiro (2010) utiliza o tema etanol dentro do contexto de uma experiência que envolve a produção de vinho de laranja e sua interpretação no ensino médio.

A análise do estado da arte do tema etanol e o ensino de química demonstram que, apesar do tema etanol ter sido amplamente trabalhado em vários aspectos relativos a CTSA, em nenhum dos trabalhos apresentados houve a preocupação clara de promoção da alfabetização científica.

O tema etanol será abordado no presente trabalho trazendo abordagens históricas, econômicas, sociais e científicas, visando promover alfabetização científica utilizando uma abordagem CTSA.

A parte histórica envolverá a participação de professores da área de ciências humanas e proporcionará ao aluno o conhecimento da evolução do uso do combustível no Brasil.

As questões econômicas serão apresentadas em conjunto com a evolução histórica, fazendo comparações entre as vantagens e desvantagens econômicas do uso do etanol combustível.

As questões sociais serão o ponto de partida para problematizações envolvendo as condições de trabalho e tecnologias envolvidas no processo de produção e utilização do etanol.

A abordagem química do tema envolverá as características químicas da molécula e as reações envolvidas.

3.2 ETANOL: ASPECTOS HISTÓRICOS, POLÍTICOS, AMBIENTAIS E CIENTÍFICOS

3.2.1 O Desenvolvimento da Produção do Etanol no Brasil

A relação do Brasil com o etanol foi estabelecida na década de 20. O extinto Instituto de Açúcar e do Alcool (IAA) e a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) desempenharam papel muito importante para o crescimento do setor alcooleiro no país, ao buscar, no exterior, a melhor tecnologia disponível para a fabricação do álcool etílico. Em 1925, um automóvel adaptado para funcionar com álcool etílico hidratado foi intensamente testado. A responsável por esta experiência foi a Estação Experimental de Combustíveis e Minérios,

futuro Instituto Nacional de Tecnologia (INT). No fim dos anos 30, foram realizadas novas aquisições de máquinas das “Usines de Melle”, instaladas na França, responsáveis pelo desenvolvimento e pela patente do processo de fermentação para produção do etanol. Durante a Revolução Constitucionalista de 1932, João Bottene desenvolveu um combustível a base de álcool e óleo de mamona para auxiliar os revolucionários. Anteriormente, ele já adaptara veículos para utilizarem etanol. Mais tarde, fabricou uma locomotiva movida a álcool e adaptou um avião para funcionar com este combustível (ELIAS NETTO, 2008). Apesar destas experiências bem-sucedidas com o etanol, o uso desse como combustível acabou por ser posto de lado. Tanto que, durante a II guerra mundial, o Brasil optou pelo gás de síntese produzido por gasogênios como alternativa a gasolina para os automóveis (BRASIL, 1940).

O governo brasileiro, ao criar o Proálcool em 1975 (Decreto nº 76.593), tinha o objetivo de estimular a produção do etanol como combustível, visando ao mercado interno e externo. De acordo com o decreto, a produção oriunda da cana-de-açúcar, da mandioca ou de qualquer outro insumo deveria ser incentivada por meio da expansão da oferta de matérias-primas, com especial ênfase no aumento da produção agrícola, na modernização, na ampliação e instalação de novas unidades produtoras e na construção de unidades armazenadoras. Os veículos movidos a álcool chegaram a atingir 85% das vendas totais no país, em 1985, quando ocorreu uma reviravolta no cenário, com a redução dos preços do petróleo e a recuperação dos preços do açúcar nos respectivos mercados internacionais. Isso desmotivou a produção de etanol nesse ano e gerou um quadro de dificuldades que encerrou a fase de expansão do Proálcool.

Em 1986, o governo federal reviu as políticas de fomento, retirou o subsídio ao álcool, reduzindo a rentabilidade média da agroindústria canavieira e estimulou o uso da cana para a fabricação de açúcar para exportação. Como resultado dessa escolha governamental para o etanol e também devido à ausência de políticas específicas de incentivo para esse biocombustível, em 1989, os consumidores enfrentaram descontinuidades na oferta do produto. Os

mecanismos de formação de estoques de segurança não funcionaram, sendo necessárias medidas emergenciais, como a redução do teor de álcool anidro na gasolina, a importação de etanol e o uso de mistura de gasolina com metanol, como substituto ao etanol anidro. Uma consequência duradoura da crise de abastecimento foi a perda de confiança do consumidor brasileiro, levando a uma inevitável queda das vendas dos carros movidos exclusivamente a etanol. Assim, as vendas de veículos a etanol atingiram uma participação de apenas 11,4%, em 1990 (SCANDIFFIO, 2005).

Somente a partir de meados de 2003, com o lançamento dos veículos "flexíveis" ao combustível, a produção e o consumo do etanol hidratado voltaram a crescer de modo expressivo. Até o início dos anos 1990, as características estruturais básicas da agroindústria sucroalcooleira, no Brasil, eram resultantes de décadas de controle estatal, com a produção agrícola e industrial sob controle das usinas, além de uma heterogeneidade produtiva – especialmente na produção da cana. Adicionalmente, o reduzido aproveitamento de subprodutos e a competitividade eram fundamentados, em grande medida, nos baixos salários – que assim permanecem – e na produção extensiva da cana. As diferenças técnicas eram significativas entre as unidades produtivas das regiões Norte – Nordeste e Centro – Sul e, mesmo dentro das regiões, existiam diferenças acentuadas de produtividade e escala de produção (BNDES, 2007).

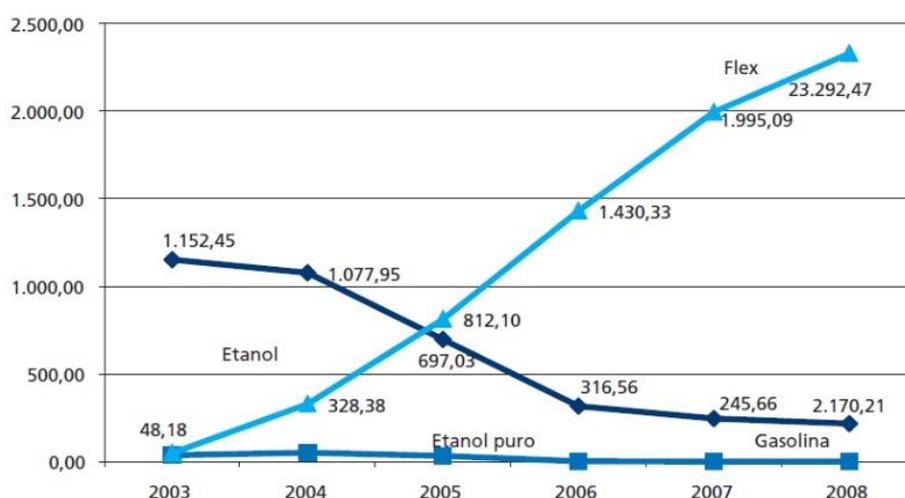
Atualmente, essas diferenças se reduziram, mas, devido aos vários fatores envolvidos, o rendimento médio da cana ainda oscila entre 70 mil toneladas por hectare (ha) a 84 mil toneladas, de uma região para outra. Outra importante medida implantada no começo dos anos 1990, que revisou o papel do Estado na economia nacional, foi que o governo brasileiro desencadeou o processo de desregulamentação do setor.

Em 2001, os controles governamentais ainda impostos ao mercado, no que se referiam a preços e cotas, foram totalmente retirados, passando a prevalecer a livre competição entre os produtores. A elevação dos preços internacionais do petróleo, a partir de 2002, e o consequente aumento do preço da gasolina trouxeram de volta o interesse do consumidor pelo carro a álcool. Porém, as

vendas não deslanchavam pelo receio que a população tinha quanto à garantia de abastecimento, até o momento em que as montadoras de veículos disponibilizaram o motor "flexível" ao combustível Flex Fuel Vehicle (FFV). A resposta a estas mudanças podem ser observadas no gráfico da figura 1, que apresenta as vendas por tipo de automóvel nos anos recentes, mostrando a volta do dinamismo do etanol.

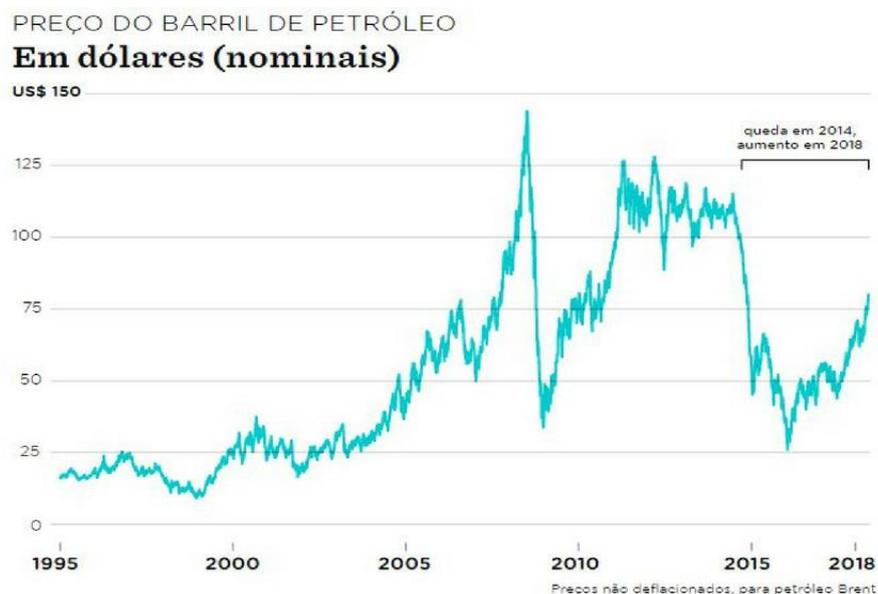
Como pode ser verificado pelos dados na figura 1, o desenvolvimento da tecnologia FFV marca um novo momento para o mercado do etanol no Brasil, que se consolida a partir de 2005. Este é um contexto no qual se pode considerar um sistema integrado, que liga o setor sucroalcooleiro com o da produção de automóveis e se posiciona no cenário econômico como um dos mais dinâmicos da economia brasileira. O fato de o Brasil já deter a excelência em pesquisa canavieira e de ter transformado a tecnologia deste segmento em uma referência internacional têm sido também fundamentais para que sejam superadas as oscilações do mercado. O setor sucroalcooleiro passou a apresentar ganhos em produtividade, enquanto os preços do petróleo apresentam uma tendência de oscilação contínua, como observado nas figuras 1 e 2:

Figura 1 - Evolução das vendas de automóveis por tipo de combustível utilizado (Em milhares de carros novos)



Fonte: União da indústria de cana-de-açúcar (UNICA, 2008)

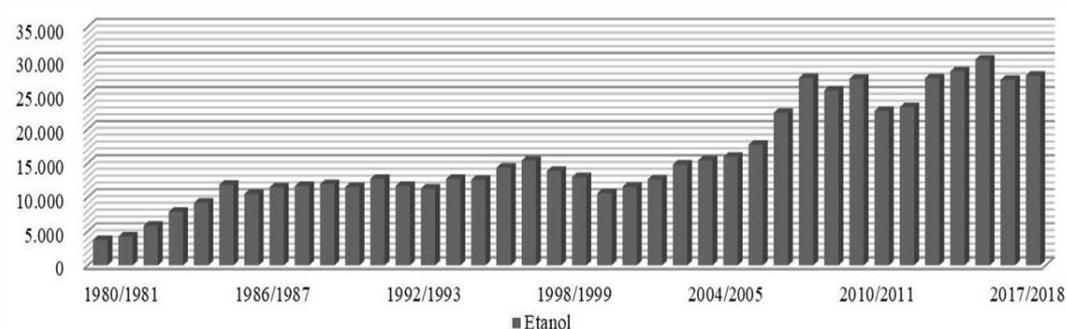
Figura 2 - Variação do preço do barril de petróleo de 1995 até 2018



Fonte: Reis (2018)

Estes fatos conferiram maior segurança ao setor e fazem que a indústria automotiva se interesse pelos carros bicompostíveis. Assim, a busca por energias renováveis menos agressivas à saúde humana e ao meio ambiente transformou o etanol em grande aposta econômica do país. Além disso, a demanda por este combustível no mercado internacional foi crescente, o que provocou um aumento da produção como pode ser observado na figura 3. que apresenta a produção de etanol entre 1980 e 2018:

Figura 3 - Produção de etanol em mil metros cúbicos, entre 1980 e 2018



Fonte: União da indústria de cana-de-açúcar (UNICA, 2018)

Com a crescente produção de etanol no Brasil, alguns estados começaram a se mostrar mais produtivos, mostrando crescimentos muito significativos ao longo dos anos. A tabela 1 apresenta a produção de etanol em estados e regiões de 2009/2010 a 2017/2018.

Tabela 1 - Produção de Etanol em Estados e regiões (em mil m3)

Estado/Safra	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Alagoas	626	716	673	543	481	555	378,47	382,993	331,067
Bahia	118	127	118	155	174	240	221,404	105,895	180,645
Goiás	2.196	2.895	2.677	3.130	3.879	4.211	4.689	4.384	4.618
Mato Grosso	826	857	844	975	1.104	1.169	1325,87	1.221	1.499
Mato Grosso do Sul	1.261	1.849	1.631	1.917	2.231	2.507	2.777	2.709	2.632
Minas Gerais	2.251	2.558	2.084	1.994	2.657	2.727	3.069	2.641	2.708
Paraíba	389	298	357	306	324	421	344,192	283,74	370,264
Paraná	1.885	1.619	1.402	1.299	1.488	1.634	1.574	1.355	1.269
Pernambuco	400	385	358	275	297	350	350,464	335,052	321,22
São Paulo	14.912	15.354	11.598	11.830	13.944	13.723	14.577	13.197	13.223
Região Centro-Sul	23.686	25.385	20.542	21.362	25.575	26.232	28.225	25.651	26.088
Região Norte-Nordeste	2.005	1.992	2.139	1.864	1.901	2.249	2.008	1.603	1.771
Brasil	25.691	27.376	22.682	23.226	27.476	28.480	30.232	27.254	27.859

Fonte: União da indústria de cana-de-açúcar (UNICA, 2018)

Até meados de 2002, as exportações brasileiras de álcool eram insignificantes, mas com o crescimento da demanda no mercado internacional o volume exportado cresceu de 516 milhões de litros em 2001-2002, para 4,7 bilhões de litros, na safra 2008-2009, de um total produzido próximo de 25 bilhões de litros de etanol nesta safra. As exportações de açúcar, desde a safra 2004-2005, superaram as 16,5 milhões de toneladas, alcançando 20,7 milhões em 2008-2009.

O crescimento das exportações brasileiras de açúcar explica boa parte da significativa expansão do setor sucroalcooleiro nacional nos últimos anos. Porém, a perspectiva é de fornecer o etanol para o mercado interno em expansão e para o mercado internacional, devido à grande busca por fontes renováveis de energia. Este crescimento abrange tanto as tradicionais regiões produtoras como São Paulo, quanto os estados na fronteira agrícola. São exemplos as unidades em operação ou com pedidos de instalação nos estados de Goiás, da Bahia e de Mato Grosso do Sul, em que a maior rentabilidade da cana-de-açúcar frente ao gado e à maioria das culturas agrícolas faz que os canaviais avancem e gradualmente tomem o lugar da pecuária e da agricultura,

as quais se deslocam para microrregiões ou mesorregiões de distintas características (NOVACANA, 2016).

O mercado internacional de etanol apresenta potencial para crescer rapidamente nos próximos dez anos, podendo atingir mais de duas centenas de bilhões de litros. No entanto, a natureza estratégica do produto tende a induzir algum grau de protecionismo, dificultando o acesso das vendas brasileiras e retardando as compras por parte de alguns importantes atores, como a União Europeia (UE) e os Estados Unidos, que tendem a privilegiar a produção doméstica antes de recorrer às importações. Outra tendência é que as grandes empresas destes países, que já dominam o mercado mundial de produção de etanol e de fornecimento de máquinas, tecnologias e demais insumos, passem a produzir em terras brasileiras e em outros países em torno do Equador para exportar para o seu mercado consumidor (IPEA 2010), segundo dados obtidos em 2010.

O Brasil possui o menor custo de produção do etanol, essencialmente, porque usa a cana-de-açúcar como matéria-prima e porque a mão de obra na fase agrícola é barata relativamente aos outros fatores de produção e à cadeia de petróleo (MACEDO, 2005). A cana possui um rendimento maior do que as outras matérias-primas por possuir maior concentração de sacarose. O milho utilizado nos Estados Unidos, por exemplo, apesar de ser um produto considerado altamente competitivo, tem custo maior, pela necessidade de quebrar a molécula do amido e transformá-lo em sacarose enquanto a cana-de-açúcar não necessita de nenhum processo de quebra.

Também é relevante o fato de as distribuidoras de combustíveis e as redes de abastecimento se caracterizarem como os grandes agentes integradores do setor de biocombustíveis, por serem vinculados à cadeia de derivados de petróleo e objeto de regulação estatal em estágio mais avançado, diferentemente de outros países produtores de biocombustíveis. Isto possibilita que, no Brasil, não seja mais necessário qualquer tipo de subsídio direto sobre a produção e a comercialização de etanol, diferentemente do que ocorreu em outras nações. Porém, ações do governo para o setor continuaram a ocorrer,

como parece natural, principalmente para o equilíbrio entre preços e custos na cadeia: ocorrem por meio da manutenção de preços da gasolina em patamares que não inviabilizem o álcool quando o preço do petróleo caiu; pela garantia de mistura de até 27% de álcool anidro a gasolina; pela manutenção de linhas de financiamento que fazem do setor sucroalcooleiro um dos maiores tomadores de crédito junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES); e pela dotação da infraestrutura necessária. A livre escolha do mercado entre a produção do etanol ou do açúcar também foi um fator determinante para o equilíbrio do setor, embora esta "flexibilidade" não seja imediata (NOVACANA 2014).

Vale ressaltar que a estratégia brasileira na área de biocombustíveis foi associada a preocupações com a segurança energética, com a utilização de energias renováveis e com sustentabilidade ambiental, fatores que têm estimulado diversos países a buscarem alternativas aos combustíveis fósseis e a adotar medidas para reduzir emissões de gases de efeito estufa.

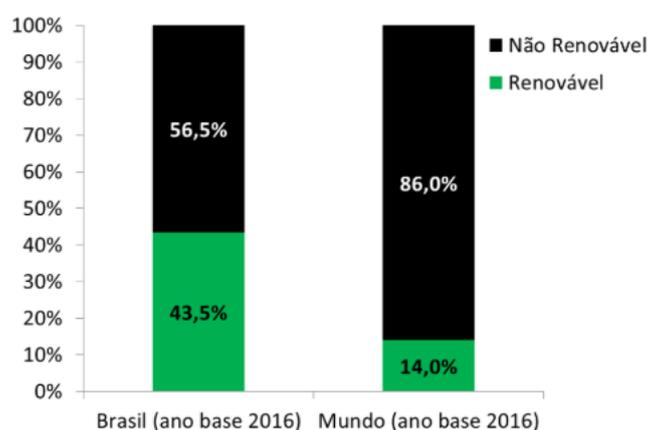
3.2.2 Biocombustíveis, Etanol e seus aspectos ambientais

Os biocombustíveis são um tipo de combustível de origem biológica ou natural. Trata-se de fonte renovável de energia utilizada através da queima de biomassa ou de seus derivados, tais como o etanol (álcool para combustível), o biodiesel, o biogás, o óleo vegetal, dentre outros. A biomassa é qualquer material de constituição orgânica, que pode ser utilizado para produção de energia. Os biocombustíveis são uma das formas sob as quais a biomassa pode ser utilizada. São vistos como alternativa econômico-ambiental, quando se pensa em reduzir a queima de combustíveis fósseis. Na maioria das vezes, os tipos de biomassa utilizados como matérias-primas dos biocombustíveis são as plantas oleaginosas. No Brasil, os vegetais mais utilizados, nesse caso, são a cana-de-açúcar, a mamona, a palma, o girassol, o babaçu, a soja, o milho, etc.

O ser humano sempre utilizou energias renováveis, como, por exemplo, o uso da lenha como combustível. No início do século XX, a partir do início do processo de industrialização nacional, o Brasil procurou diminuir a dependência da importação de petróleo, passando a incentivar o uso e a produção de fontes alternativas de energia. A produção de biocombustíveis brasileiros está voltada, fundamentalmente, para dois segmentos do setor: o etanol e o biodiesel.

Para Pacheco (2011) o etanol é uma alternativa para diminuir problemas ambientais e energéticos no mundo em razão da escassez e alta dos preços dos combustíveis fósseis e da poluição por eles causada. O Brasil encontra-se em uma posição destacada no que se refere à produção de etanol, por apresentar vantagens na tecnologia de produção, liderança na agricultura de energia e mercado de biocombustíveis sem ampliar a área desmatada ou reduzir a área destinada à produção de alimentos. Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE 2019), mostrados na figura 4, a matriz energética do Brasil é mais renovável que a mundial.

Figura 4 - Matrizes Energéticas do Brasil e Mundial

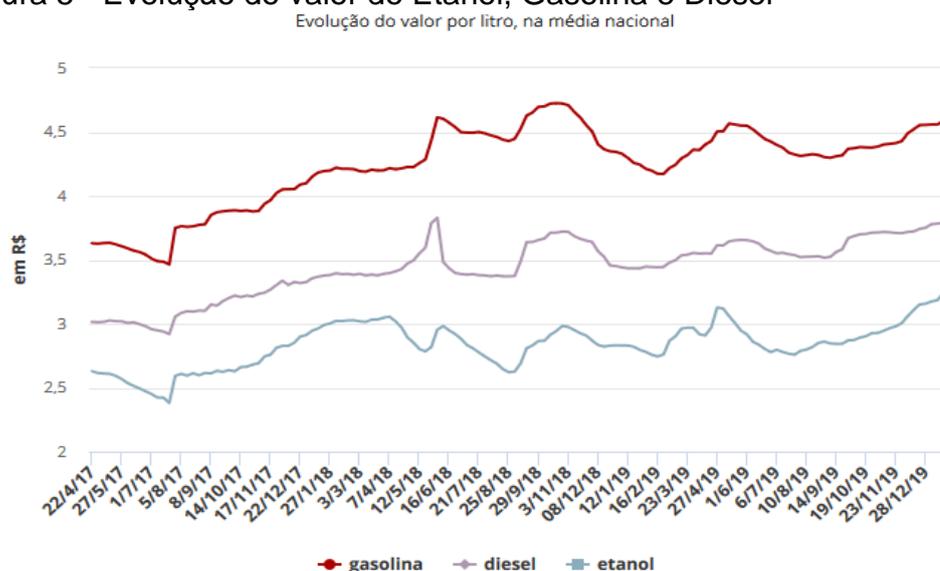


Fonte: EPE, 2019

Com a disparada nos últimos anos das cotações do petróleo, o preço da gasolina nas refinarias está aumentando, como pode ser observado na figura 5, onde é representada a evolução dos preços dos combustíveis nos postos.

A gasolina e o diesel são derivados do petróleo e, portanto, provêm de uma fonte não renovável de energia que, segundo Goldemberg e Lucon (2007), são consideradas assim por levarem um extenso tempo geológico para sua reposição e o etanol, produzido no Brasil principalmente a partir da cana-de-açúcar, provém de fonte renovável, que segundo os mesmos autores, são fontes repostas imediatamente pela natureza; é o caso dos potenciais hidráulicos (quedas d'água), eólicos (ventos), a energia das marés e das ondas, a radiação solar e o calor do fundo da Terra (geotermal). A biomassa também é uma fonte renovável de energia e engloba diversas subcategorias, desde as mais tradicionais (como a lenha e os resíduos animais e vegetais) até as mais modernas (como o etanol para automóveis, biodiesel, bagaço de cana para cogeração energética e gás de aterros sanitários utilizados para a geração de eletricidade).

Figura 5 - Evolução do valor do Etanol, Gasolina e Diesel



Fonte: ANP (2019)

Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN, 2015), o mercado de combustíveis vem passando por mudanças significativas. No contexto atual da economia mundial, o preço do petróleo, por exemplo, é uma variável que pode afetar os mercados, principalmente o financeiro. Diante disto, a matriz energética de um país possui grande importância para o seu crescimento econômico. Por esse motivo, quanto maior a diversificação, melhor. No caso do Brasil, é possível

observar que o país vem buscando a diversificação da sua matriz energética nos últimos anos. De acordo com a CONAB (2019), o mercado do etanol continua com a demanda aquecida, cenário que caracterizou a safra atual. A valorização do petróleo aumenta o preço da gasolina nos postos de combustíveis e deixa o etanol hidratado mais competitivo no mercado e o 3º Levantamento da Safra 2018/19, da cana-de-açúcar, publicado pela Conab em 20 de dezembro de 2018, indica uma produção total de etanol em torno de 32,31 bilhões de litros, um aumento de 18,6%, frente à safra anterior (27,23 bilhões de L). É possível verificar assim, o aumento da produção do etanol combustível e a relação direta com o preço da gasolina.

Existe uma dependência direta entre o valor do etanol e da gasolina, uma vez que a gasolina comercializada no Brasil é composta de uma mistura com etanol. Atualmente, o Brasil produz etanol de 1ª geração, produzido a partir da sacarose e 2ª geração, produzido a partir da celulose. Os automóveis que circulam no País utilizam duas categorias de etanol: hidratado e anidro. O hidratado é usado diretamente em motores desenvolvidos para este fim, ou em motores com tecnologia flex. O anidro é misturado à gasolina, sem prejuízo para os motores, em proporções variáveis, de acordo com a vigência legal (ANP 2020).

A produção de Etanol apresenta, segundo Strapasson e Job (2006), reduzido impacto ambiental, especialmente quando acompanhada de medidas de fiscalização, controle e planejamento. Os impactos ambientais do etanol devem ser analisados em toda sua cadeia produtiva e não de forma isolada, assim como os combustíveis fósseis. Sendo assim, observa-se que o etanol propicia diversos benefícios ao meio ambiente, à economia e à sociedade como um todo.

Em relação ao meio ambiente, comparado com a gasolina, o etanol apresenta emissões inferiores de monóxido de carbono, dióxido de enxofre e particulados. Segundo Research (1998), estudos conduzidos na Austrália, com misturas de 10% de etanol na gasolina, identificaram reduções nos níveis de emissões nas seguintes proporções: 32% para CO (monóxido de carbono), 12% para hidrocarbonetos totais (THC) e 7% para CO₂ (dióxido de carbono).

Em relação as usinas produtoras de açúcar e álcool, a maior parte das instaladas em solo brasileiro são autossuficientes na produção de energia e potencialmente geradoras de eletricidade excedente. Através da queima do bagaço da cana, geram energia suficiente para manterem o seu próprio funcionamento, o que não acontece com as usinas de biocombustíveis nos Estados Unidos e na Europa (FRANÇA, 2008).

Como toda indústria, a da cana também produz seus resíduos. Nos últimos anos, contudo, pesquisadores e produtores têm se empenhado em ampliar as possibilidades de transformação desses resíduos em produtos de valor comercial (Tabela 3). A vinhaça, por exemplo, é altamente poluidora, mas, nas lavouras, é um excelente fertilizante, assim como a torta de filtro e o bagaço. Este é utilizado, ainda, na geração de energia para a usina, enquanto o melaço –outro resíduo industrial – pode ser aproveitado para a produção de etanol e ração animal.

Tabela 2 - Principais aplicações das sobras da indústria canavieira e seu destino final

Sobras	O que é	Rendimento médio (por tonelada de cana)	Aplicações
Vinhaça	Resíduo da destilação do caldo de cana fermentado.	1000 litros	Adubo orgânico para as lavouras.
Bagaço	Resíduo da extração do caldo nas moendas.	280 quilos	Fornece energia para aquecer as máquinas, mover as moendas e gerar eletricidade. É utilizado como adubo orgânico e ração animal
Melaço	Resíduo da cristalização do açúcar.	50 quilos	Utilizado, principalmente, na fabricação do etanol e como ração animal.
Torta de Filtro	Resíduo do processo de purificação inicial do caldo.	35 quilos	Tradicionalmente utilizada como fertilizante nas plantações.

Fonte: Estudo - Municípios Canavieiros, 2011.

Em relação à economia e à sociedade, o Brasil possui características agrícolas que tornam extremamente viável a cultura do produto. Mesmo sendo o maior produtor mundial de etanol da cana-de-açúcar, e segundo maior de álcool, perdendo para os Estados Unidos, as terras cultiváveis no Brasil destinadas ao produto representam apenas 1% de toda área agricultável. Com o dobro dessa área, o país poderia abastecer toda a sua frota de veículos leves com o etanol. Além disso, o país já possui uma experiência de mais de 30 anos na produção do álcool (desde o Próalcohol, em meados da década de 70), enquanto a maioria dos países têm pensado na utilização do combustível bem recentemente. Isso faz a nação ter a melhor tecnologia de produção do combustível, que tem na cana-de-açúcar a melhor matéria prima entre todos os vegetais. O Brasil é o único país do mundo em que a utilização do álcool supera a da gasolina. Com o uso cada vez maior do álcool anidro ao redor do mundo, o Brasil pode cada vez mais melhorar sua economia com a exportação do produto.

Dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2019) compilados pela União da Indústria de Cana-de-Açúcar (ÚNICA, 2020) indicam um recorde histórico de consumo de etanol no Brasil em 2019 da ordem de 32,8 bilhões de litros, registrando 10,5% de crescimento em relação a 2018 – alta de 3,1 bilhões de litros no período. Esses números colocam o Brasil na dianteira da sustentabilidade, uma vez que o etanol de cana emite 90% menos gases causadores de efeito estufa (GEE) em comparação a gasolina, sendo um dos maiores mercados consumidores de combustíveis renováveis do mundo.

3.2.3 Características Químicas Etanol

O etanol, cuja fórmula molecular é C_2H_6O , é um líquido incolor com peso molecular 46,07 u (unidades de massa atômica) e, segundo Pereira e Andrade (1998) tem sido descrito como um dos mais peculiares compostos orgânicos contendo oxigênio, dado sua combinação de propriedades como solvente, germicida, anticongelante, combustível, depressivo, componente de bebidas, além de grande versatilidade como intermediário químico para outros produtos. Sob condições ordinárias, é um líquido incolor e claro, volátil, inflamável, possuindo um odor agradável e característico. Suas propriedades físicas e químicas dependem primeiramente do grupo hidroxila, $-OH$, o qual imputa polaridade à molécula, além de promover interações intermoleculares via ligações de hidrogênio. Essas duas características ocasionam as diferenças observadas entre os álcoois de baixo peso molecular (incluído o metanol e o etanol) e os respectivos hidrocarbonetos. Estudos de espectroscopia no infravermelho mostram que, no estado líquido, as ligações de hidrogênio são formadas pela atração do hidrogênio da hidroxila de uma molécula pelo oxigênio da hidroxila da outra molécula. Tal efeito de associação faz com que o etanol no estado líquido se comporte como um dímero. No estado gasoso, entretanto, ele é um monômero. A tabela 4 mostra as propriedades físicas do etanol.

Atkins (2001) afirma que: o Etanol é um dos mais conhecidos compostos do grupo dos álcoois, possuem moléculas polares e podem ceder seus prótons em certos solventes, mas suas bases conjugadas são tão fortes que eles não são ácidos em água. O autor declara ainda que as fórmulas dos álcoois são derivadas da água pela substituição de um dos átomos de hidrogênio por um grupo orgânico. Como a água, eles formam ligações de hidrogênio intermoleculares.

Tabela 3 - Propriedades Físicas do Etanol

PROPRIEDADE	VALOR E UNIDADE
Ponto de Congelamento	-114,1 °C
Ponto de Ebulição	78,3 °C
Temperatura Crítica	243,1 °C
Pressão Crítica	6383,5 Kpa
Calor de Fusão	104,6 J/g

Calor de Vaporização no Ponto de Ebulição	839,3 J/g
Calor de Combustão à 25 °C	29676,7 J/g
Limite de Inflamabilidade no Ar - Inferior	4,3 % (Volume)
Limite de Inflamabilidade no Ar – Superior	19 % (Volume)
Temperatura de Autoignição	793 °C
Ponto de Fulgor (Vaso Fechado)	14 °C
Calor Específico do Líquido à 20 °C	2,42 J/g. °C
Solubilidade em Água	Miscível
Densidade à 20 °C	0,789 g/cm ³
Viscosidade do Líquido à 20 °C	1,17 cP
Constante Dielétrica à 20 °C	25,7

Fonte: Adaptado de Pereira e Andrade (1998)

Segundo Martins (2010), a solubilidade é um dos temas mais relevantes da área da química, tanto pela sua importância intrínseca quanto pela variedade de fenômenos e propriedades químicas envolvidas no seu entendimento. O Etanol é um composto orgânico que possui parte polar e apolar e sendo assim, entender a solubilidade desse composto em solventes polares e apolares é essencial para o entendimento de sua utilização no cotidiano.

O processo de solubilização de uma substância química resulta da interação entre a espécie que se deseja solubilizar (soluto) e a substância que a dissolve (solvente), e pode ser definida como a quantidade de soluto que dissolve em uma determinada quantidade de solvente, em condições de equilíbrio. Solubilidade é, portanto, um termo quantitativo. É uma propriedade física (molecular) importante que desempenha um papel fundamental no comportamento das substâncias químicas, especialmente dos compostos orgânicos. A solubilidade é de interesse em diversas áreas, por exemplo: materiais, farmacêutica e ambiental.

Martins (2013) afirma que a solubilidade de álcoois em água diminui com o aumento da cadeia carbônica. Quando a cadeia carbônica (hidrofóbica) aumenta, ela se torna a parte mais significativa da molécula e a substância química se torna cada vez menos solúvel, ou seja, tende a se comportar, cada vez mais, como um hidrocarboneto. Nesse caso, a formação de ligações de

hidrogênio álcool-água não consegue compensar as ligações de hidrogênio água-água, que precisam ser rompidas para que ocorra o processo de dissolução.

O etanol pode ser usado como combustível de veículos em três maneiras: etanol comum, etanol aditivado e etanol misturado a gasolina. Segundo Ribeiro (2013, p.5):

O etanol é um biocombustível altamente inflamável que pode ser obtido a partir da cana-de-açúcar, do milho, da beterraba, da mandioca, da batata, sendo a cana mais utilizada devido a sua maior produtividade diante das outras culturas. Ele pode ser utilizado puro ou misturado com gasolina.

O etanol comum é o álcool hidratado, mistura de álcool e água que precisa, segundo a ANP (2019), ter de 92,5% a 95,4% de graduação alcoólica. O etanol aditivado é o álcool hidratado com aditivos que proporcionam melhor rendimento e um desgaste menor do motor. Já o etanol misturado a gasolina é o álcool anidro, álcool com graduação alcoólica de no mínimo 99,6%, praticamente álcool puro. Atualmente, a proporção de álcool anidro misturada a gasolina brasileira está estipulada em 27%.

Outra importante utilização para o etanol está na produção de álcool em gel para combate a COVID -19. O surgimento de novos patógenos, bacterianos ou virais, sempre representou sérios desafios à saúde pública em todo o mundo. Um desses patógenos perigosos é a "síndrome respiratória aguda grave coronavírus 2" ou SARS-CoV-2, mais comumente conhecido por causar doença coronavírus 2019 ou COVID-19, que foi declarada uma pandemia global pela Organização Mundial de Saúde no início de 2020. Desde sua descoberta em dezembro de 2019 em Wuhan, houve mais de três milhões de casos confirmados em todo o mundo até abril de 2020. Com os casos aumentando exponencialmente em todo o mundo, tem causado um fardo significativo em todos os aspectos da sociedade, apesar dos métodos agressivos de isolamento para prevenir a propagação do vírus. Atualmente, as estratégias terapêuticas para lidar com o COVID-19 são apenas de suporte, tornando a prevenção voltada para a redução da transmissão o melhor método neste momento (GOLIN Et al. 2020).

A transmissão de pessoa para pessoa contribui com uma parte importante para tornar esta infecção pandêmica. A transmissão do COVID-19 é transmitida por gotículas, tosse, mãos / superfícies contaminadas, etc. No entanto, a prevenção da transmissão de pessoa para pessoa pode ser reduzida lavando frequentemente com água e sabão ou desinfetando as mãos com um desinfetante à base de álcool. A vigilância analítica de um relatório da OMS sugere que a melhoria das práticas de higiene das mãos pode reduzir a transmissão de patógenos em cuidados de saúde em 50%. O álcool é usado como um desinfetante / agente biocida comum desde a antiguidade. A propriedade desinfetante / potência biocida do álcool depende da concentração e do tipo de álcool usado (Pradhan Et al. 2020).

Segundo o Conselho Federal de Química (CFQ, 2020), o álcool gel, por ser considerado antisséptico, ajuda na prevenção ao contágio pelo coronavírus e sua indicação pauta-se nas medidas de prevenção ao contágio de doenças respiratórias. Estudos demonstram melhor eficácia do produto em soluções 70%, que é o recomendado pela ANVISA para os serviços de saúde brasileiros e o indicado pela OMS na Lista de Medicamentos Essenciais e não se recomendam opções como etanol combustível ou de bebidas alcoólicas para sua substituição. Apesar do combustível e das bebidas alcoólicas possuírem álcool etílico em suas composições, cada produto apresenta graduação alcoólica própria, é pensado para uma finalidade específica e suas formulações contém outras substâncias adicionadas exatamente para tais fins, podendo provocar reações indesejáveis na pele ou danificar superfícies, além de não possuírem garantia de eficácia germicida.

Álcool etílico 70° INPM (Instituto Nacional de Pesos e Medidas) possui 70% em massa de álcool e 30% em massa de água e, apesar de possuir uma concentração de etanol menor do que o álcool 99,6° INPM (menos de 1% em massa de água), usado na indústria e na limpeza de eletrônicos, possui melhor efeito bactericida porque a água facilita a entrada do álcool na bactéria e também retarda a evaporação, permitindo maior tempo de contato.

As usinas sucroalcooleiras começaram a transformar uma parcela do etanol que está estocado em seus tanques em álcool antisséptico para ser doado ao sistema de saúde no combate ao avanço da pandemia de coronavírus. O etanol hidratado (usado diretamente nos tanques dos veículos) e o etanol anidro (que é misturado à gasolina), que tem concentração de álcool de mais de 93%, estão sendo diluídos em água desmineralizada até chegar à concentração de 70%, que é a recomendada pelas autoridades para realizar a higienização apropriada contra o vírus (CANAONLINE, 2020).

3.2.4 Processos de Obtenção do Etanol

Atualmente, o Brasil produz etanol de 1ª geração e 2ª geração para comercialização. Os automóveis que circulam no País utilizam duas categorias de etanol: hidratado e anidro. O hidratado é usado diretamente em motores desenvolvidos para este fim ou em motores com tecnologia flex. O anidro é misturado a gasolina, sem prejuízo para os motores, em proporções variáveis, de acordo com a vigência legal.

O ciclo produtivo do etanol de primeira geração (E1G) tem início na Fase Agrícola e engloba o plantio, o cultivo e a colheita da cana-de-açúcar que será usada como insumo para os próximos estágios de produção. Existem atualmente duas formas de colheita da cana-de-açúcar, mecânica ou manual, e com a presença ou não da prática de queimada da cana no campo. A respeito das queimadas, elas ocorrem quando a colheita é realizada de forma manual para eliminação de resíduos de palha e bagaço de cana, ao passo que na colheita mecanizada sem queima fica restrita às áreas mecanizáveis e, do ponto de vista agrônomo, apresenta aspectos positivos, como maior proteção do solo contra erosão e redução da poluição ambiental. Este modelo de colheita possibilita, ainda, melhorias nas características tecnológicas com a diminuição das impurezas minerais (ROSSETO, 2006).

Ações de entidades ambientais originaram a Lei da Queima da Cana (Lei nº 11.241/2002), que trata da queima controlada da cana-de-açúcar para despalha e de sua gradual eliminação. A norma exige um planejamento, que deve ser entregue, anualmente, à Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), cujo objetivo é adequar as áreas de produção ao plano de eliminação de queimadas. A legislação prevê planos diferenciados para áreas mecanizáveis (maiores que 150 hectares e declividade menor ou igual a 12%). Nesse caso, o prazo para eliminação gradativa das queimadas prevê: 20% de redução imediata da área cortada; 30% a partir de 2006; 50% a partir de 2011; 80% a partir de 2016 e 100% até 2021. As áreas não-mecanizáveis (menores que 150 hectares ou declividade maior que 12%) e os locais com estruturas de solo que impedem a mecanização têm os seguintes prazos: 10% de redução a partir de 2011; 20% a partir de 2016; 30% a partir de 2021; 50% a partir de 2026 e 100% até 2031 (ROSSETO, 2006).

Após sua chegada à usina a cana-de-açúcar pode ser classificada conforme a porcentagem de impurezas presentes no material vegetal, sendo a “Cana limpa” (concentração de impurezas < 0.6%) considerada a mais adequada para a produção de etanol por conta da baixa presença de impurezas (ALBARELLI, 2013). Segundo a CETESB (2018), a quantidade de impurezas minerais impacta diretamente as operações de recepção, preparo e extração do caldo, etapa importante na produção do açúcar, etanol e energia. A impureza mineral é a principal responsável pelo desgaste de abrasão dos equipamentos utilizados na alimentação, preparo e moagem da cana, assim como nas caldeiras, impactando o desempenho de seus componentes e elevando os custos de manutenção.

A cana colhida durante a Fase Agrícola pode ser encaminhada para três principais tipos de plantas produtoras: as usinas produtoras de açúcar; destilarias autônomas com produção exclusiva de etanol (ALBARELLI, 2013). No projeto será abordado o tratamento nas destilarias autônomas com produção exclusiva de etanol.

O E1G refere-se à produção do biocombustível a partir da fermentação das moléculas de sacarose presentes na cana-de-açúcar. Consiste basicamente na adição de microrganismos como bactérias e fungos. O fungo *Saccharomyces cerevisiae* é o principal microrganismo utilizado para a produção de etanol em escala industrial, devido à sua capacidade de crescimento em condições facultativas, por metabolizar sacarose, glicose e frutose em temperatura de 26°C a 32°C e sintetizar principalmente etanol e glicerol e gás carbônico. Porém, este microrganismo é incapaz de fermentar todas as pentoses e hexoses da biomassa lignocelulósica (BAI; ANDERSON, 2008). Em virtude disso, vê-se vantajoso o uso de bactérias para a produção de etanol, pois devido a sua ampla diversidade possuem diferentes capacidades fisiológicas em degradar diversos substratos com produção de ácidos e álcoois.

O processo é dividido em etapas. Na etapa de lavagem, a cana-de-açúcar *in natura* recém-chegada à usina é conduzida por meio de uma esteira rolante, na qual é lavada para a retirada de poeira, areia, terra e outras impurezas presentes. Após isso, a cana é picada e um eletroímã é utilizado com a finalidade de retirar os materiais metálicos ali contidos. Na sequência, é efetuada a moagem da cana por rolos trituradores. Nesse processo, um líquido chamado melado é produzido, correspondendo a 70% do produto original. Os 30% restantes constituem a parte sólida, que dará origem ao bagaço. O melado é o produto que dá sequência ao processo de produção do biocombustível, enquanto o bagaço pode ser reutilizado como aproveitamento energético para a própria usina. O melado ainda contém partículas residuais (restos do bagaço, areia, dentre outros) em sua composição. A fim de eliminá-las, o líquido passa através de uma peneira e segue para um tanque para descanso, com o objetivo de decantar as impurezas restantes.

Em seguida, o melado está puro e tem o nome de caldo clarificado, que passará pela última etapa de retirada de impurezas, chamada de esterilização. O caldo clarificado é aquecido, eliminando os microrganismos ali existentes.

Depois desta etapa, encontra-se completamente puro e é levado à doma, onde é misturado a um fermento contendo leveduras – a mais trivial é a *Saccharomyces cerevisiae*. A levedura degrada a molécula de sacarose, por ação de invertase, dá origem a glicose e a frutose que serão metabolizadas até a produção do etanol, processo comumente conhecido como fermentação, que tem duração de várias horas e possui como produto final o vinho, ou vinho fermentado, constituído das leveduras, açúcares que não foram fermentados e cerca de 10% de etanol. Como o etanol está misturado com outros componentes no vinho fermentado, é necessária sua separação da mistura. Primeiro o vinho é centrifugado para separação com as leveduras e depois é colocado em colunas de destilação, onde é aquecido até a evaporação. Em seguida, ocorre a condensação do vapor, processo no qual o etanol é separado. Assim, tem-se o álcool hidratado, que é utilizado como combustível, com cerca de 96% de teor alcoólico (NOVACANA, 2016). A figura 6 representa o fluxograma de produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, através da fermentação.

De acordo com Bezerra (2007), buscando evitar o aumento da área plantada de cana-de-açúcar, uma possível competição entre o uso da terra para fins alimentícios e para a produção do biocombustível e, por consequência, o desmatamento, pesquisas tem sido feitas e preveem um futuro promissor no Brasil no que diz respeito à obtenção do bioetanol. Daí surgiu o conceito de etanol de segunda geração, também conhecido com E2G, bioetanol ou etanol celulósico. Segundo Pacheco (2011, p. 3), essa nova geração representa uma alternativa para o uso energético da biomassa, apresentando vantagens ambientais e econômicas, por ser o etanol produzido a partir de lignocelulose, presente em resíduos de origem vegetal.

De forma geral, os processos atualmente existentes para a obtenção do bioetanol a partir de biomassas sacaríneas e amiláceas não possuem ganhos energéticos e ambientais muito relevantes. Ademais, algumas dessas matérias-primas possuem outros mercados aos quais estão mais adaptadas, como o de alimentos ou de insumos com finalidades diversas, e o fato de que a cana-de-açúcar não é um vegetal que se adapta a todos os locais do planeta faz com que

novas rotas de produção e fontes sejam necessárias a fim de suprir as necessidades das mais variadas sociedades, levando sempre em conta os aspectos econômicos e ambientais (BNDES, 2007).

No Brasil, as primeiras pesquisas sobre o etanol de segunda geração partiram dos resíduos da produção por meio da cana-de-açúcar e do milho. O bagaço é usualmente empregado para geração de energia elétrica e no abastecimento das caldeiras, suprimindo as necessidades internas da indústria (NOVACANA, 2016). No entanto, o grande volume de biomassa produzido, aliado aos estudos desenvolvidos a fim de minimizar o gasto de energia e otimizar os processos resultam em um excedente de uma matéria-prima capaz de incrementar o volume final de biocombustível, além de evitar o aumento da área plantada de cana (CNPEM, 2014). Ademais, a principal função do E2G é incrementar a produção atual, utilizando as mais variadas formas de biomassa, como o bagaço e a palha da cana, gramíneas, cascas, dentre outros resíduos geralmente descartados no processo produtivo.

O E2G já é uma realidade, porém é necessário a detenção de tecnologias mais complexas, que ainda não estão em pleno desenvolvimento quando comparado às outras técnicas vigentes de produção de etanol (BARROS, 2016). O E2G é produzido a partir do material lignocelulósico (MLC), que é um resíduo do ciclo produtivo de primeira geração proveniente de biomassa. Em média cada tonelada de cana-de-açúcar processada gera 280kg de bagaço com 50% de umidade tendo nas fibras o principal substrato para a produção do E2G. Desse modo, o ciclo produtivo do E2G se inicia na fase de resíduos do ciclo-produtivo do E1G, conforme Figura 7. Após chegada da biomassa à usina começa a fase de pré-tratamento, que pode ser por ácido diluído, explosão a vapor e hidrogênio alcalino. O produto sólido da fase de pré-tratamento passa pela hidrólise enzimática ou ácida, depois pela fermentação e destilação, gerando o etanol líquido (COSTA, 2014).

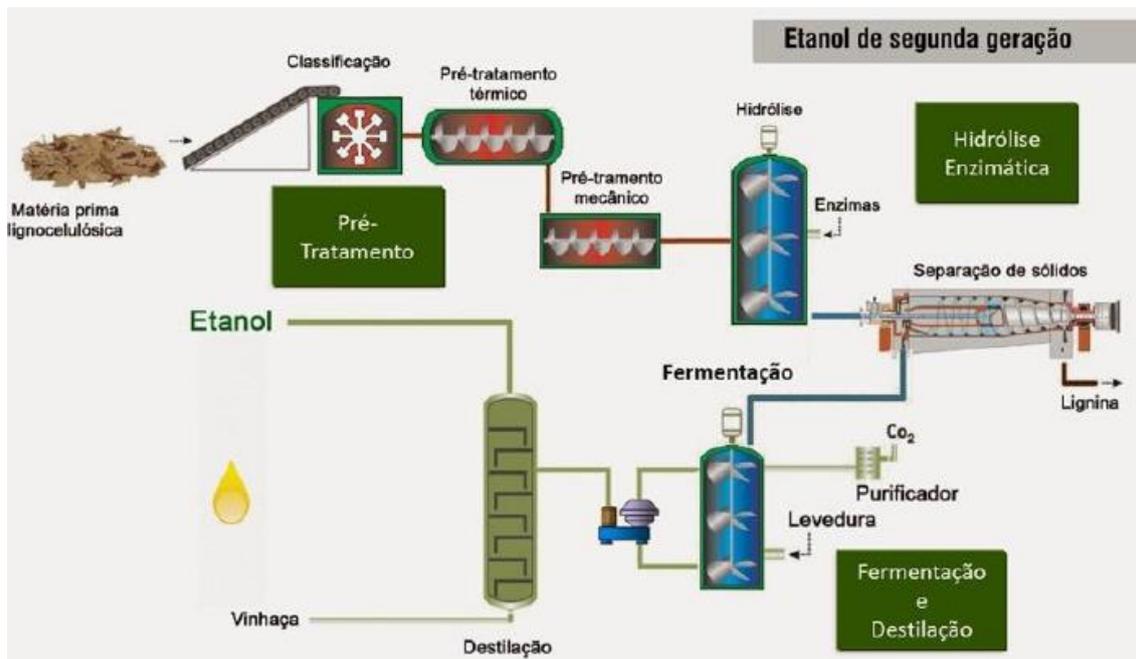
Figura 6 - Fluxograma de produção de EG1:



Fonte: Adaptado de Bernardo Neto (2009)

A principal diferença entre as plantas de 1^o e 2^o geração é que as de segunda geração incluem etapas de pré-tratamento e hidrólise da celulose antes de iniciada a fermentação. O bagaço de cana-de-açúcar apresenta quantidade significativa de celulose em sua composição, o que favorece o uso dessa matéria-prima lignocelulósica no processo. Nos processos de 1^a e 2^a geração, pode-se obter etanol hidratado, consumido puro em motores desenvolvidos para este fim, e etanol anidro, obtido após um processo de desidratação ou retirada de água. Este último é misturado a gasolina, sem prejuízo para os motores, em proporções variáveis.

Figura 7 - Ciclo-produtivo do E2G:



Fonte: Barros e Blum (2018)

3.2.5 Conceitos Químicos Envolvidos no Tema Etanol

No presente trabalho, serão abordados importantes conceitos químicos durante a realização da pesquisa com os estudantes. Dentre as diversas possibilidades optou-se pelos seguintes temas: Interações Intermoleculares e seus efeitos na solubilidade e temperaturas de ebulição, pressão de vapor e viscosidade, o Processo de Fermentação e o processo de Destilação.

3.2.5.1 Interações Intermoleculares

O conhecimento de como se dão as interações intermoleculares auxilia na compreensão de diversos fenômenos, pois explicam propriedades como solubilidade, pressão de vapor, volatilidade, ponto de fusão e ponto de ebulição, entre outras.

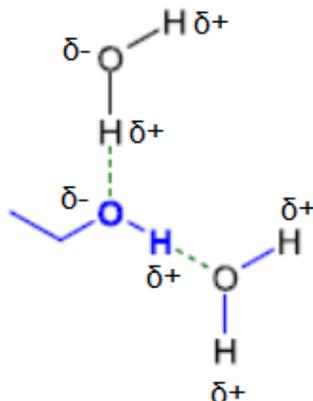
Todavia, o que acontece frequentemente, é que se confundem interações intermoleculares com as ligações químicas, também conhecidas como interações intramoleculares. Contudo, “enquanto as forças intramoleculares mantêm os átomos em uma molécula e constituem a base para a racionalização

das propriedades químicas, as forças intermoleculares são responsáveis por todas as propriedades físicas da matéria” (ROCHA, 2001, p.36). Ainda segundo o autor, as interações intermoleculares surgem devido às forças intermoleculares, que são essencialmente de natureza elétrica, e fazem com que uma molécula influencie o comportamento de outra molécula em suas proximidades. Estas forças são responsáveis pelo desvio do comportamento ideal dos gases, e são mais efetivas nas fases líquida e sólida da matéria.

Segundo Brown *et al.* (2005), existem três tipos de forças atrativas entre moléculas neutras: forças dipolo-dipolo, de dispersão de London e de Ligação de hidrogênio. Essas forças são também chamadas forças de Van der Waals em homenagem a Johannes Van der Waals, que desenvolveu a equação para determinar o desvio de gases do comportamento ideal. Outro tipo de força atrativa, a força íon-dipolo, é importante em soluções. Todas as quatro forças são eletrostáticas por natureza, envolvendo atrações entre espécies positivas e negativas. Todas tendem a ser até 15 % menos fortes que as ligações covalentes e iônicas. Ainda segundo o autor, o etanol possui molécula com partes polar e apolar e se encontra, à 25°C e 1 atmosfera, no estado líquido. Afirma que muitas propriedades dos líquidos, incluindo os pontos de ebulição, refletem a intensidade dessas forças. Um líquido entra em ebulição quando se formam bolhas de seu vapor. As moléculas de um líquido devem vencer as forças de atração para separar-se e formar um vapor. Quanto mais forte as forças de atração, maior é a temperatura na qual o líquido entra em ebulição. De forma similar, o ponto de fusão de um sólido aumenta à medida que as forças intermoleculares ficam mais fortes.

O etanol possui em sua estrutura o grupo hidroxila, o que lhe permite realizar interações intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio com moléculas polares como a água. Na figura 8 estão representadas as cargas parciais positivas sobre os átomos de carbono (δ^+) e cargas parciais negativas (δ^-) sobre o átomo de oxigênio na molécula do etanol e as interações intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio que ocorrem entre moléculas de água e etanol:

Figura 8 - Representação da interação e das polaridades das moléculas de água e etanol:



Fonte: Adaptado de Atkins (2001)

Segundo Atkins (2001), a ligação de hidrogênio ocorre em moléculas na qual um átomo de hidrogênio fica entre dois átomos pequenos, fortemente eletronegativos, que tem pares isolados de elétrons, principalmente F, O e N. Para Brown *et al.* (2005) as ligações de hidrogênio podem ser consideradas atrações dipolo-dipolo ímpares. Como F, N e O são muito eletronegativos, uma ligação entre o hidrogênio e qualquer um desses três elementos é bastante polar, com o hidrogênio no lado positivo. O átomo de hidrogênio não tem elétrons de cerne. Assim, o lado positivo do dipolo da ligação tem a carga concentrada parcialmente exposta, quase exibindo o próton do núcleo do hidrogênio. Essa carga positiva é atraída pela carga negativa de um átomo eletronegativo em uma molécula próxima. Como o hidrogênio pobre em elétrons é muito pequeno, ele pode aproximar-se muito de um átomo eletronegativo para, em seguida, interagir fortemente com ele.

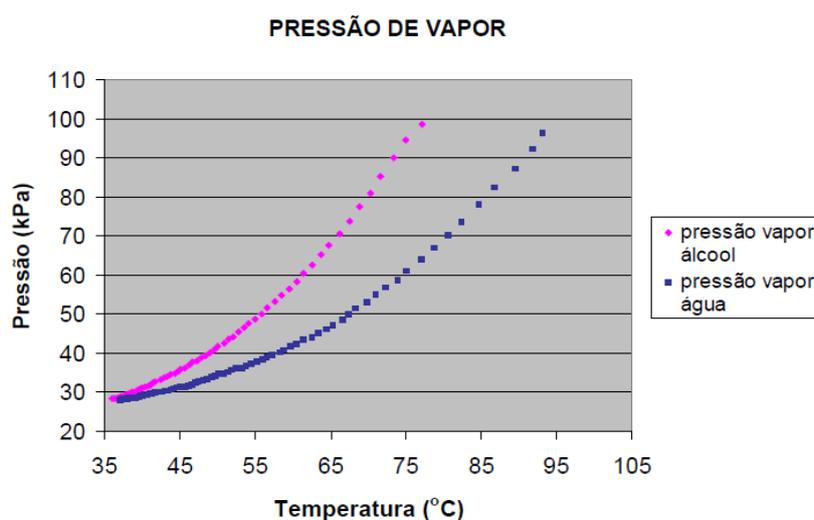
Ainda sobre as consequências das interações intermoleculares para a molécula de Etanol, temos a viscosidade, que segundo Brown *et al.* (2005), é a resistência de um líquido para fluir. Quanto maior a viscosidade de um líquido, mais lentamente ele flui. A viscosidade pode ser medida ao se marcar quanto tempo determinada quantidade do líquido leva para fluir por um tubo fino sob a força gravitacional. Líquidos mais viscosos levam mais tempo. A viscosidade está relacionada com a facilidade de moléculas individuais de líquidos poderem

mover-se em relação às outras. Logo ela depende das forças atrativas entre as moléculas e do fato de existirem ou não características estruturais que façam as moléculas tornarem-se emaranhadas.

Outra característica que depende das interações intermoleculares é a tensão superficial, que segundo Brown *et al.*(2005) é uma medida das forças para o interior que devem ser vencidas para que a área superficial de um líquido seja expandida. A tensão superficial é a energia necessária para aumentar a área superficial de um líquido em quantidade unitária.

A pressão e vapor de uma substância também está diretamente ligada ao tipo de interação intermolecular que suas moléculas exercem. Segundo Sias (2006), da mesma forma que a atmosfera exerce pressão sobre nós o vapor acumulado sobre a superfície livre do líquido também exerce pressão sobre ele. A esta pressão dá-se o nome de pressão de vapor. À medida que o líquido evapora essa pressão de vapor vai aumentando. Esse aumento atinge um valor máximo para cada temperatura e, neste caso, dizemos que o ambiente está saturado de vapor. No gráfico 1, temos a comparação das curvas da pressão de vapor saturado da água e do álcool versus temperatura.

Gráfico 1 - Pressão de Vapor x Temperatura



Fonte: Sias (2006)

A partir do gráfico é possível concluir que, para uma mesma temperatura, a pressão de vapor do álcool é superior a pressão de vapor da água. O fato é decorrente da maior intensidade das interações intermoleculares presentes entre as moléculas de água no estado líquido, que no caso são exclusivamente ligações de hidrogênio, fazendo que o ponto de ebulição dessa substância seja maior que a do etanol, que por sua vez apresenta interações intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio mas, em virtude da parte apolar de sua molécula, apresenta interações menos intensas do tipo dipolo induzido.

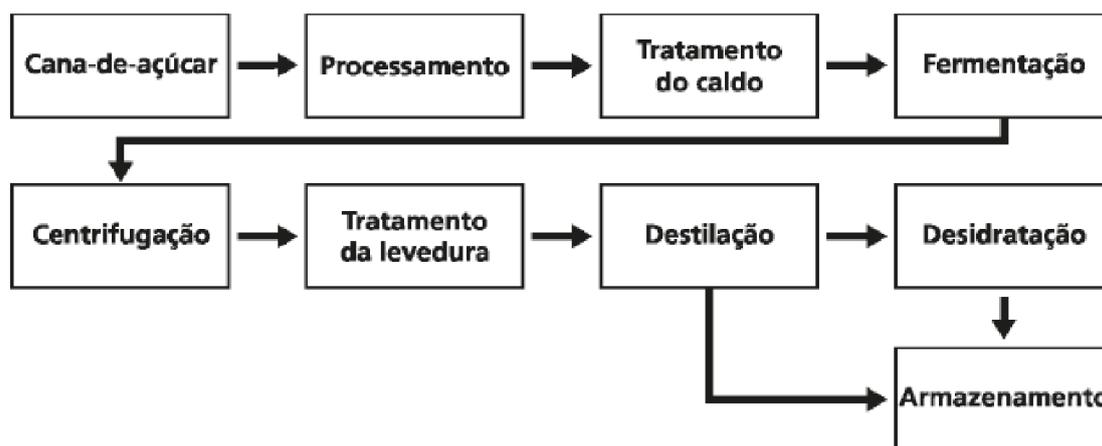
3.2.5.2 O Processo de Fermentação

A principal forma de produção de etanol no Brasil é a partir do processo fermentativo da cana-de-açúcar, o que torna o Brasil o maior produtor mundial de cana. Um decreto foi criado determinando a mistura de álcool anidro a gasolina, sendo a fração de etanol anidro cerca de 27% (NOVACANA, 2018). Segundo (CHIEPPE JUNIOR, 2012), existem basicamente três processos para a fabricação do etanol: a fermentação de carboidratos, a hidratação do etileno e a redução do acetaldeído (normalmente preparado pela hidratação do acetileno). Antes de 1930, o etanol era preparado somente por fermentação e o processo é o mais utilizado no Brasil, no EUA e, de modo geral, nos demais países atualmente. Para o referido trabalho, detalharemos o processo de fermentação, visto que as práticas adotadas na culminância do mesmo utilizam esse processo.

Ainda segundo o autor, o álcool etílico ou etanol pode ser obtido a partir de vegetais ricos em açúcar, como a cana-de-açúcar, a beterraba e as frutas, do amido, extrato da mandioca, do arroz, do milho e da celulose, composto orgânico hidrocarbonado ($C_6H_{10}O_5$), que constitui a parte sólida dos vegetais e principalmente das paredes das células e das fibras, extraída da madeira, utilizada na fabricação de papel, seda artificial extraída principalmente dos eucaliptos.

Para entender o processo de fermentação na produção do etanol devemos analisar os processos que antecedem esse processo, como mostrado na figura 9:

Figura 9 - Processos para produção de etanol



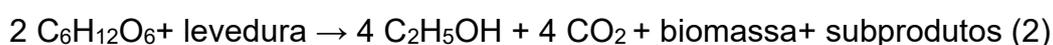
Fonte: Brasil Escola (2012)

Segundo (CHIEPPE JUNIOR, 2012), a cana que chega à unidade industrial é processada o mais rapidamente possível. Este sincronismo entre o corte, transporte e moagem é muito importante, pois a cana é uma matéria-prima sujeita a contaminações e conseqüentemente, de fácil deterioração. Após algumas preparações a cana é enviada a moenda para a extração do caldo e o processo é repetido por seis vezes. Ao caldo extraído é adicionado água numa proporção de 30 % em volume. O caldo é levado para o processo de tratamento e o bagaço para alimentar as caldeiras.

No processo de tratamento, o caldo é aquecido a 105 °C sem adição de produtos químicos e, após isso, passa por decantação. Após a decantação, o caldo irá para a pré-evaporação onde é aquecido a 115°C, favorecendo a evaporação da água e a concentração a 20° brix. Esse aquecimento favorece a fermentação por fazer uma “esterilização” das bactérias e leveduras selvagens que concorreriam com a levedura do processo de fermentação.

No preparo do mosto, que segundo (CHIEPPE JUNIOR, 2012) é líquido açucarado que pode ser fermentado, o caldo quente que vem do pré-evaporador é resfriado a 30°C em trocadores de calor tipo placas e enviado às dornas de fermentação. No preparo do mosto, definem-se as condições gerais de trabalho para a condução da fermentação como regulagem da vazão, teor de açúcares e temperatura. Densímetros, medidores de vazão e controlador de Brix automático monitoram esse processo.

A partir daí o mosto é enviado as dornas de fermentação onde são adicionados microrganismos (geralmente fungos unicelulares da espécie *Saccharomyces cerevisiae*), chamados de “levedo”, “pé-de-cuba” ou “fermento”. A fermentação dura cerca de 8 a 12 horas, período em que o caldo é transformado em vinho, que possui de 7% a 10% de álcool. Esta transformação dá-se segundo a reação simplificada de Gay Lussac observada a seguir (DUARTE; LOURENÇO; RIVEIRO, 2006):



O processo de fermentação denominado Melle-Boinot é o mais utilizado no Brasil. Baseia-se na recuperação de leveduras do vinho através da centrifugação, que serão tratadas para serem empregadas em um novo uso ou serem recicladas no processo, enquanto o vinho segue para as colunas de destilação. A destilação do vinho pode dar origem a vários subprodutos, como a vinhaça, responsável por graves problemas ambientais, e o óleo fúsel. (ALCARDE, 2007)

3.2.5.3 O Processo de Destilação

O princípio da destilação, segundo Lopes, Gabriel e Borges (2011), baseia-se na diferença entre o ponto de ebulição da água (100 °C) e do etanol (78,4 °C). A mistura de água e álcool apresenta ponto de ebulição variável em função do grau alcoólico. Assim, o ponto de ebulição de uma solução hidroalcoólica é

intermediário entre o ponto da água e o do álcool e será tanto mais próximo deste último quanto maior for o grau alcoólico da solução. Segundo o autor os objetivos da destilação são:

- Concentrar o álcool etílico do vinho para produção de bebida alcoólica, cujo teor se situa na faixa de 40 °GL a 50 °GL;
- produzir álcool hidratado com 96 °GL;
- separar os componentes secundários do álcool como o metanol, n-propanol, álcoois amílicos etc., no processo de retificação.

A mistura água + etanol, dependendo da porcentagem em volume de cada componente, pode apresentar dificuldades de ser separada por formarem um azeótropo.

Segundo Soares, Souza e Pires (1998), misturas comuns não têm ponto de ebulição constante, mas sim uma faixa de temperaturas na qual ocorre a mudança de fase, e nesse sentido o azeótropo é diferente, pois seu ponto de ebulição é fixo. Este pode ferver a uma temperatura inferior, intermediária ou superior às temperaturas dos componentes da mistura quando puros. Outra característica de um azeótropo é que a composição do líquido a e do vapor em equilíbrio com tal líquido é a mesma. Por exemplo, se um azeótropo é composto de duas substâncias, A e B, com proporções respectivas de 60% e 40%, quando vaporizado resulta em um vapor com os mesmos 60% de A e 40% de B. Um exemplo comum de azeótropo é a mistura de álcool etílico a 95% e água. O ponto de ebulição desse azeótropo é de 78,2 °C. A tabela 5 mostra a relação entre os pontos de ebulição das substâncias puras e da mistura:

Tabela 4 - Relação entre os pontos de ebulição das substâncias puras e da mistura:

Substância	Ponto de ebulição (°C)
Água pura	100

Álcool etílico puro	78,2
Álcool etílico (95%) / água	78,4

Fonte: Soares, Souza e Pires (1998)

Para separar os componentes da mistura azeotrópica é usado o processo de destilação azeotrópica, que segundo Brito (1997) consiste na adição de um terceiro componente (solvente) com a finalidade de formar um novo azeótropo com um ou mais dos componentes presentes inicialmente na mistura. O novo azeótropo formado deve ser heterogêneo, de modo a provocar a formação de duas fases líquidas após condensação da corrente de vapor. O novo azeótropo formado é retirado no topo (azeótropo de mínimo) ou no fundo (azeótropo de máximo) da coluna, enquanto um dos componentes da mistura original é obtido puro na outra extremidade da coluna. Uma segunda coluna deve ser utilizada para recuperação do solvente.

Na destilação para obtenção do etanol a partir da cana – de – açúcar, aparece a vinhaça que é a parte aquosa do vinho, sendo um subproduto de alta importância para a lavoura, pois é rico em sais minerais, mas que também é um agente poluidor de meio ambiente. Se a vinhaça não for tratada e usada de forma racional, pode poluir os rios, ameaçando a fauna e as populações que se abastecem dessa água. Segundo (CHIEPPE JUNIOR, 2012), a produção de 1 litro de álcool acarreta a produção de 13 litros de vinhaça, que após depositadas em tanques naturais é enviada para a lavoura através de canais, bombeada e distribuída por aspersores.

3.3 MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE - CTSA

Para Freire, no livro *A Pedagogia do Oprimido* (2016, p. 134), a investigação do tema gerador, que se encontra contido no “universo temático mínimo” (os temas geradores em interação), se realiza por meio de uma metodologia conscientizadora, além de nos possibilitar sua apreensão, insere ou começa a inserir os homens numa forma crítica de pensarem seu mundo. Por isso a

escolha do tema etanol. Esta substância é uma fonte renovável de energia e possui o Brasil com um dos mais importantes produtores do mundo. O tema aborda conceitos de propriedades químicas e físicas do combustível, interações intermoleculares e seus efeitos na miscibilidade entre álcool, gasolina e água, relação entre pressão de vapor, volatilidade, viscosidade e temperatura de ebulição, fermentação e destilação e possibilita a contextualização desses assuntos com o cotidiano do estudante.

A abordagem CTSA configura-se como uma postura de relação entre o professor, o objeto, o estudante, que favorece a construção de atitudes, valores e ações para a resolução de problemas em seu ambiente cotidiano aplicando os conhecimentos científicos. O tema Etanol contempla os saberes necessários para tal abordagem, pois possui relação com a ciência, essencial para a compreensão das tecnologias envolvidas nos processos que a sociedade deve compreender para uma participação efetiva e crítica nas questões relativas ao meio ambiente no qual estão inseridas. Desta forma, auxiliaremos na formação dos educandos para que os mesmos tomem decisões e possam agir com responsabilidade individual e coletivamente na sociedade.

O ensino de ciência na perspectiva CTSA busca uma abordagem conceitual de relevância social e ambiental, associada principalmente a ciência e tecnologia, com a intenção de discutir questões éticas referentes ao desenvolvimento científico, enfatizando questões ambientais, promovendo a educação ambiental, e a necessidade de uma avaliação crítica-reflexiva com relação científica-tecnológica na sociedade (PINHEIRO, SILVEIRA E BAZZO, 2007; SANTOS, 2008). Santos (2008) defende que inserir a abordagem de temas CTSA no ensino de ciências com uma perspectiva crítica significa ampliar o olhar sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e discutir em sala de aula questões econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas e ambientais. Essas discussões envolvem valores e atitudes, mas precisam estar associadas à compreensão conceitual dos temas relativos a esses aspectos sócios científicos, pois a tomada de decisão implica a compreensão de conceitos científicos

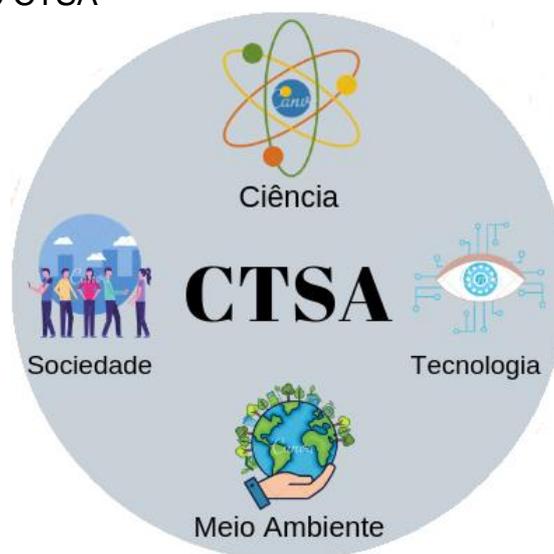
relativos à temática em discussão. A figura 10 mostra a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Para que a abordagem CTSA seja aplicada nas escolas, é preciso ações transformadoras no ambiente escolar, que passam por mudanças nos modelos de formação da maior parte dos professores, onde o ensino é baseado em repetição e memorização.

Especificamente, no Ensino de Ciências, o objetivo do enfoque CTSA, Auler nos diz:

Promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana e abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico. (AULER, 1998, p.1)

Figura 10 - Relação CTSA



Fonte: Próprio autor (2019)

No Brasil, segundo Akahoshi, Souza e Marcondes (2018), a contextualização no ensino de Química vem sendo defendida há vários anos e os argumentos apresentados consideram a possibilidade de integração entre o conhecimento específico e questões problemáticas relacionadas a temas de interesse dos alunos. Defendem que uma das vertentes da contextualização, a abordagem

CTSA, é uma forma de melhorar o senso crítico, auxiliando – os a resolver problemas de caráter pessoal e social, possibilitando seu maior envolvimento em questões envolvendo ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

No âmbito da disciplina de química essas orientações se manifestam nos Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 2000), quando sugerem que a promoção do conhecimento químico em escala mundial, nestes últimos quarenta anos, incorporou novas abordagens, objetivando a formação de futuros cientistas, de cidadãos mais conscientes e também o desenvolvimento de conhecimentos aplicáveis ao sistema produtivo, industrial e agrícola.

Apesar disso, no Brasil, a abordagem da Química escolar continua praticamente a mesma. Embora às vezes “maquiada” com uma aparência de modernidade, a essência permanece a mesma, priorizando-se as informações desligadas da realidade vivida pelos alunos e pelos professores (BRASIL, 1999, p. 30).

Para que a aplicação da abordagem CTSA seja realizada e, sendo assim, traga os resultados almejados, os professores e o currículo escolar devem estar preparados para tal vertente de contextualização. Segundo Silva e Marcondes (2010), no que tange aos professores de química do ensino médio, verificam-se discursos favoráveis às ideias apregoadas pelos documentos oficiais sem que isto signifique, entretanto, a adoção de práticas de ensino condizentes com tais discursos, seja pela pouca compreensão, ou por apontarem empecilhos para sua realização.

Nesse cenário, ações de formação continuada e trabalhos publicados, como por exemplo a utilização da SD com abordagem CTSA, podem se constituir em elementos importantes para a reflexão do professor sobre uma perspectiva de ensino que defende a contextualização dos conhecimentos, abrangendo as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Uma alternativa para os professores, segundo Vieira e Vieira (2005), é a implementação de um ensino contextualizado, a construção de materiais didáticos pelo próprio

professor para suas aulas, uma vez que ele conhece sua realidade escolar, as potencialidades dos alunos e as temáticas de interesse dessa comunidade.

Segundo Fernandes, Pires e Iglesia (2017), em trabalho publicado sobre educação CTSA em Portugal, vários estudos e projetos, nacionais e internacionais, evidenciam recomendações e propostas curriculares que apelam à integração da educação CTSA no ensino das ciências, com vista à promoção da literacia científica dos alunos. Enfatizam a adaptação dos currículos à sociedade atual, chamando a atenção para a necessidade de fornecer aos professores orientações que levem à implementação de práticas pedagógicas capazes de contribuir para a formação de cidadãos informados, socialmente intervenientes e capazes de utilizar o conhecimento adquirido na escola em situações do cotidiano.

Os autores propõem ainda um instrumento de análise para indicadores relativos à abordagem CTSA. O instrumento considera três dimensões que representam preocupações centrais da educação em ciências. A dimensão finalidades propõe o porquê ensinar ciência, a dimensão conhecimentos propõe que ciência devemos ensinar e a dimensão procedimentos metodológicos propõe como devemos ensinar ciência. A tabela 6 traz o instrumento de análise CTSA:

Tabela 5 - Instrumento de Análise CTSA

Dimensão	Parâmetros	Indicadores
Finalidades (F)	F.P1 – Desenvolvimento de Capacidades/Procedimentos	a. Propõe o desenvolvimento de procedimentos científicos (observar, inferir, classificar, explicar, relacionar...), a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico
	F.P2 – Desenvolvimento de atitudes e valores	a. Fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivos.
	F.P3 – Educação, cidadania, sustentabilidade e ambiente	a. Promove o desenvolvimento de decisões conscien-

		<p>tes, informadas e argumentadas face às consequências da ação humana no ambiente.</p> <p>b. Promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente.</p>
Conhecimentos (C)	C.P1 – Pertinência da abordagem de temas	<p>a. Sugere a abordagem contextualizada de temas atuais, relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos e com o seu dia-a-dia.</p> <p>b. Propõe a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social.</p>
	C.P2 – Discussão de temas polémicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos	<p>a. Sugere situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas (questões éticas, desigualdades socioculturais...)</p> <p>b. Aborda as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológicos, bem como os seus impactos na sociedade e no ambiente.</p>
	C.P3 – Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socioambientais	<p>a. Evidencia as relações recíprocas entre a ciência e a tecnologia.</p> <p>b. Realça as mudanças nas condições de vida das pessoas (hábitos, estilo de vida, criação de novos recursos, etc.) relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos.</p> <p>c. Enfatiza os impactos da sociedade e do ambiente nos avanços científico-tecnológicos</p>
	C.P4 – Diversidade de conteúdos científicos/temas	<p>a. Privilegia a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber onde se</p>

		exige a compreensão das inter-relações CTSA.
	C.P5 – Discussão de questões relativas à natureza do conhecimento científico	<p>a. Apresenta dados relacionados com a natureza e a história da ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos;</p> <p>b. Apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática;</p> <p>c. Informa acerca do trabalho e função do cientista, bem como de possíveis pressões sociais, políticas, religiosas ou econômicas que pode sofrer.</p>
Procedimentos (P)	P.P1 – Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino	<p>a. Incentiva o aluno para a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula.</p> <p>b. Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo...para se explorar as relações CTSA</p> <p>c. Envolve ativamente o aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA.</p>

Fonte: Adaptado de Fernandes, Pires e Villamanan (2014)

O enfoque CTSA para o Ensino de Ciências deve ter uma preocupação além dos conteúdos disciplinares específicos, conhecendo os contextos onde os problemas se colocam e suas variáveis à procura de soluções.

Mas, para que os objetivos do enfoque CTSA sejam alcançados, é preciso que o estudante compreenda a linguagem utilizada durante o processo de formação.

3.4 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Na literatura encontram-se autores que adotam diferentes denominações na abordagem do tema, como alfabetização científica, alfabetização científica e tecnológica, letramento ou enculturação científica (SASSERON; CARVALHO, 2011). Independentemente da designação utilizada, todas as expressões se relacionam com a necessidade de proporcionar um modelo de ensino capaz de possibilitar aos estudantes uma formação que permita compreender e intervir na sociedade atual.

Após a realização de uma revisão de trabalhos publicados no Brasil com relação a utilização dos termos alfabetização e letramento científicos, (CUNHA, 2018) concluiu que o termo letramento ainda não é muito difundido e predominam, em números absolutos, os trabalhos que tratam de alfabetização científica.

Na presente pesquisa, será adotada a expressão “alfabetização científica”, alicerçadas na ideia de alfabetização concebida por Paulo Freire:

[...] a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. (...) Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto. (FREIRE, 1980, p.111).

Para Chassot (2010), a alfabetização científica é considerada como o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer a leitura do mundo onde vivem. Ainda segundo o autor, seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo para melhor. Chassot (2003) traz ainda a exigência que os alfabetizados em língua materna possam ser cidadãos e cidadãos críticos, em oposição, por exemplo, àqueles que Bertolt Brecht classifica como analfabetos políticos, seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem,

mas entendessem as necessidades de transformá-lo e, preferencialmente, transformá-lo em algo melhor.

Segundo Saserron e Carvalho (2011) a alfabetização científica está estruturada em eixos denominados de i) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; ii) compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e iii) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

O primeiro desses três eixos, a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, segundo Saserron e Carvalho (2011, p.75) possui relação com:

[...] a possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia. Sua importância reside ainda na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia.

O segundo eixo preocupa-se com a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e, segundo Saserron e Carvalho (2008, p. 76):

Reporta-se, pois, à ideia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes. Com vista para a sala de aula, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, esse eixo fornece-nos subsídios para que o caráter inerente às investigações científicas seja colocado em pauta. Além disso, deve trazer contribuições para o comportamento assumido por alunos e professor sempre que defrontados com informações e conjunto de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão.

O terceiro eixo estruturante da Alfabetização Científica compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente e, segundo Saserron e Carvalho (2008, p. 76):

Trata-se da identificação do entrelaçamento entre estas esferas e, portanto, da consideração de que a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de um outro problema associado. Assim, este eixo denota a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos. O trabalho com este eixo

deve ser garantido na escola quando se tem em mente o desejo de um futuro sustentável para a sociedade e o planeta.

Sasseron e Carvalho (2011) afirmam ainda que as pesquisas têm nos indicado a Alfabetização Científica (AC) como elemento norteador no ensino de ciências e propõem indicadores para avaliar se a AC está em processo. Estes são baseados em competências próprias das ciências e do fazer científico em que se busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levam ao entendimento dele. Nas tabelas 7, 8 e 9 estão listados os Indicadores de Alfabetização Científica, bem como suas descrições.

A proposta na presente pesquisa que utilizará o tema etanol é trabalhar os três eixos, a fim de promover a alfabetização científica, criando problemas a partir do tema, que darão enfoque no ensino de Química a partir de uma abordagem interdisciplinar, que contemple as interações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA). Segundo Dantas (2016), faz-se necessário, diante dos problemas e desafios do ensino de química, que a educação e, em particular a educação científica, atue para promover a alfabetização científica da população a fim de proporcionar uma mudança de atitude com vistas à promoção de uma ética ambiental em oposição ao atual modelo de desenvolvimento econômico.

Tabela 6 - Descrição de Indicadores de Alfabetização Científica: Trabalho com dados

INDICADOR	CARACTERÍSTICA
Seriação de informações (SI)	É um indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados. Deve surgir quando se almeja o estabelecimento de bases para a ação.
Organização de informações (OI)	Ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado. Este indicador pode ser vislumbrado quando se busca mostrar um arranjo para informações novas ou já elencadas anteriormente. Por isso, este indicador pode surgir tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão.
Classificação de informações (CI)	Ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas. Constitui-se em um momento de ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando procurando uma relação entre eles.

Fonte: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2008).

Tabela 7 - Descrição de Indicadores de Alfabetização Científica: Estruturação do pensamento:

INDICADOR	CARACTERÍSTICA
Raciocínio lógico (RL)	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionada à forma como o pensamento é exposto.
Raciocínio proporcional (RP)	Como o raciocínio lógico, dá conta de mostrar como se estrutura o pensamento, e refere-se também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.

Fonte: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2008).

Tabela 8 - Descrição de Indicadores de Alfabetização Científica: Entendimento da situação analisada:

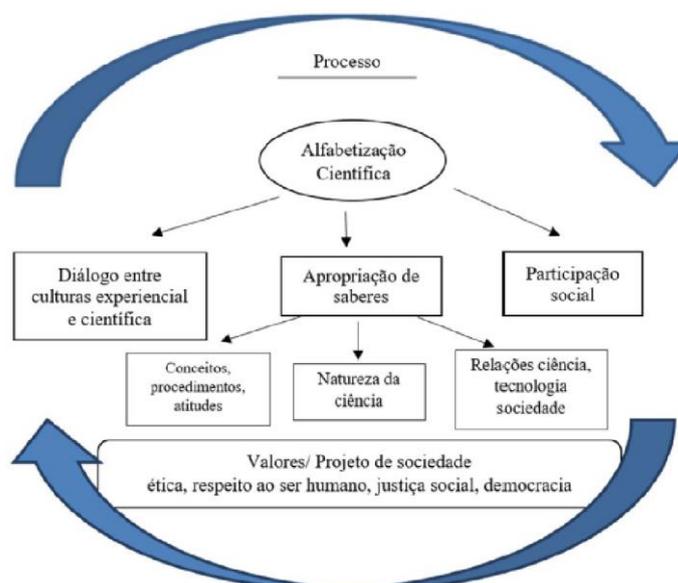
INDICADOR	CARACTERÍSTICA
levantamento de hipóteses (LH)	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto da forma de uma afirmação como sendo uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema).
teste de hipóteses (TH)	Concerne nas etapas em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.
Justificativa (Jus)	Aparece quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto; isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura.
Previsão (Pre)	É explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
Explicação (Exp)	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação sucede uma justificativa para o problema, mas é possível encontrar explicações que não se recebem estas garantias.

Fonte: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2008).

Os indicadores listados anteriormente oferecem a oportunidade de visualizar, com maior clareza, os avanços dos alunos nas atividades propostas pelo professor e demonstram o aluno como sujeito de sua própria aprendizagem.

Na figura 11, Marques e Maradino (2018), mostram um esquema do conceito de alfabetização científica que, segundo as autoras deve estar permeado por um projeto emancipador e de inclusão social, em uma perspectiva de defesa do ser humano, da justiça social e da democracia.

Figura 11 - Esquema do Conceito de AC



Fonte: Marques e Marandino, (2018)

Segundo Paz, Avila e Leal (2019), é proposto que um indivíduo alfabetizado cientificamente seja capaz de atribuir sentido ao mundo que vive a partir das novas leituras que a linguagem das ciências pode propiciar, reconhecer conceitos científicos em sua vida cotidiana e aplicá-los em novas situações, e possuir ciência das variáveis envolvidas no processo de construção de uma pesquisa científica e seu desenvolvimento.

3.5 O ENSINO REMOTO EMERGENCIAL EM TEMPOS DE PANDEMIA

Segundo Garcia *et al.* (2020), ensinar remotamente não é sinônimo de ensinar a distância, embora esteja diretamente relacionado ao uso de tecnologia e, nesse caso, digital. O ensino remoto permite o uso de plataformas já disponíveis e abertas para outros fins, que não sejam estritamente os educacionais, assim como a inserção de ferramentas auxiliares e a introdução de práticas inovadoras. A variabilidade dos recursos e das estratégias bem como das práticas é definida a partir da familiaridade e da habilidade do professor em adotar tais recursos. Ainda segundo a autora, ensinar remotamente permite o compartilhamento de conteúdo escolares em aulas organizadas por meio de perfis (ambientes

controlados por login e senha) criados em plataformas de ensino, como, por exemplo, Sigaa e Moodle, aplicativos como Hangouts, Meet, Zoom ou redes sociais.

No contexto da pandemia da Covid-19, surgiu o Ensino Remoto Emergencial (ERE) que apresenta como uma possibilidade concreta para garantir a continuidade do processo ensino-aprendizagem dos estudantes. No entanto, a adoção dessa solução temporária demanda, além da garantia dos meios e das condições materiais para implementação da proposta, reflexões sobre os processos pedagógicos que constituem as práticas de ensino e de avaliação nas diferentes atividades.

Segundo Behar (2020), o ensino presencial físico precisou ser transposto para os meios digitais. No ERE, a aula ocorre num tempo síncrono (seguindo os princípios do ensino presencial), com videoaula, aula expositiva por sistema de webconferência, e as atividades seguem durante a semana no espaço de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) de forma assíncrona. A presença física do professor e do aluno no espaço da sala de aula presencial é “substituída” por uma presença digital numa aula online, o que se chama de ‘presença social’.

Diante da situação atípica que está sendo vivenciada em 2020 e da impossibilidade de encontros presenciais em ambientes escolares, essa pesquisa propôs uma SD para ser aplicada no modelo de ensino remoto, que conta com ferramentas que auxiliam o professor na aplicação e na divulgação de suas atividades.

3.6 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Nessa pesquisa estão inseridas as elaborações de duas SD compostas por atividades diversificadas que proporcionam aos alunos maior interação com o processo ensino – aprendizagem, por acreditar que esse tipo de estratégia educacional possa contribuir de maneira significativa para o ensino de química relacionados aos conteúdos que envolvem o tema etanol.

De acordo com Zabala (1998, p.18), toda prática pedagógica exige uma organização metodológica para a sua execução. A aprendizagem do aluno se concretiza a partir da intervenção do professor no cotidiano da sala de aula e o autor define sequência didática como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.”

Oliveira (2013, p. 39) define sequência didática como “um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino-aprendizagem”.

Pode-se perceber que para os autores citados uma SD deve ser construída a partir de objetivos bem claros para os professores e alunos, que serão peças fundamentais para o processo de aprendizagem e construção de novos saberes a partir da aplicação da mesma.

No tópico 5.1, desenvolvimento das SD, serão detalhadas as estruturas das SD utilizadas na dissertação, bem como todas as atividades que serão desenvolvidas ao longo das mesmas.

4. METODOLOGIA

4.1 METODOLOGIA DE PESQUISA

O referido projeto adotará a pesquisa – ação em uma abordagem qualitativa como estratégia metodológica por acreditar que uma prática se modifica ao passo que mudamos a maneira de compreendê-la, fazendo-se necessário, para tanto, realizar uma pesquisa que alcance as pessoas implicadas na situação, provocando com que o sujeito envolvido no processo, ao contrário das pesquisas convencionais, tenha algo a dizer e a fazer, que lhe dê possibilidade de saber mais e de melhor atuar sobre a realidade educativa.

Segundo Thiollent (2005, p.16):

[...] a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Moreira e Caleffe (2008, p.92), afirmam que:

[...] à pesquisa ação na escola e na sala de aula é um meio: a) de sanar problemas diagnosticados em situações específicas, ou melhorar alguma maneira um conjunto de circunstâncias. b) de treinamento em serviço, portanto, proporcionando ao professor habilidades, métodos para aprimorar sua capacidade analítica e fortalecimento da autoconsciência; c) de introduzir abordagens adicionais e inovadoras no processo ensino-aprendizagem e aprender continuamente em um sistema que normalmente inibe a mudança e a inovação; [...] e) de proporcionar uma alternativa à solução de problemas na sala de aula.

4.2 METODOLOGIA DIDÁTICA – PEDAGÓGICA

Diante do cenário atual, frente às dificuldades encontradas no ensino, uma possibilidade de trabalho potencialmente promissora para enfrentar esses problemas seria a organização do trabalho escolar a partir de temas. A organização curricular, a partir de temas, há muito tempo já é defendida por autores da área da educação como Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011).

Entre vários objetivos da abordagem temática, Giacomini e Muenchen (2015) destacam como principais: a articulação entre os conteúdos programáticos e os temas abordados, a superação dos principais problemas e entraves do contexto escolar, a produção de ações investigativas e problematizações dos temas estudados, o instigar o estudante a pensar de forma contextualizada com sua realidade e fazer com que se torne ativo no processo de ensino e aprendizagem.

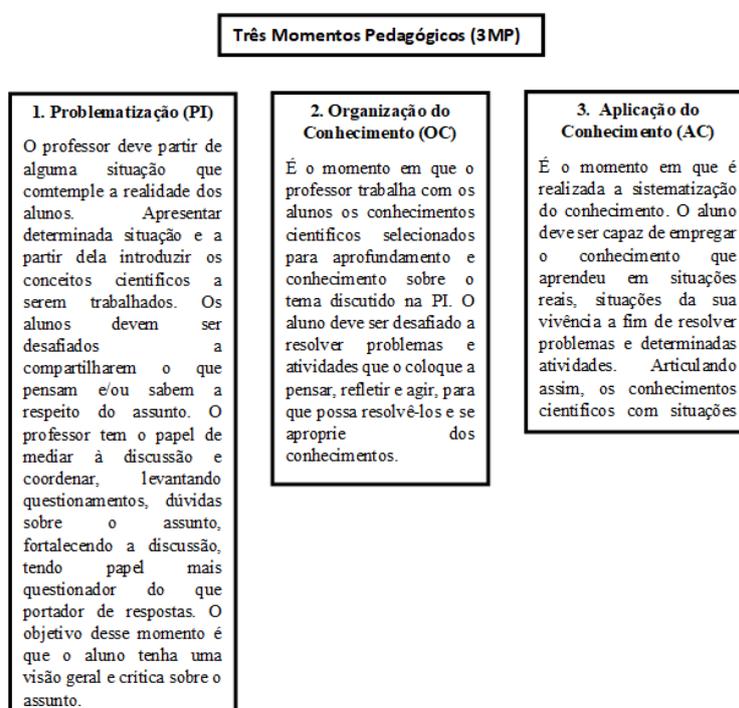
Nesse contexto, os três momentos pedagógicos (3MP) se constituem como uma metodologia de ensino que utiliza a abordagem temática na perspectiva dialógico-problematizadora de Freire (2016). Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), propõem uma metodologia de ensino em sala de aula pautada nessa perspectiva Freireana, a ser realizado em três momentos específicos e diferenciados, os quais denominaram de 3MP, descritos no esquema apresentado na Figura 11. A problematização consiste em verificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema. Segundo os autores, esse momento é organizado de tal modo, que os estudantes sejam desafiados a expor o que estão pensando sobre as situações (2011, p. 199). No momento seguinte, que trata da organização do conhecimento os estudantes estudam os conteúdos necessários para a compreensão do tema e contam como monitoramento do professor. Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p. 200), as mais variadas atividades são, então, empregadas, de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas. E, para finalizar, temos a aplicação do conhecimento que se destina, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo estudante, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011, p.201).

De acordo com Giacomini e Muenchen (2015), essa proposta de ensino não fica restrita ao uso em sala de aula, mas também, pode ser utilizada para a constru-

ção de programas escolares, currículos, processos formativos visando um processo de ação e reflexão. Nesse sentido, o que prevalece é o diálogo e a troca de informações, compartilhando conhecimentos e aprendendo em conjunto.

No presente trabalho foram desenvolvidas sequências didáticas, utilizando a metodologia dos 3 momentos pedagógicos, com o tema Etanol, numa abordagem CTSA, com perspectiva de alfabetização científica, conforme apresentado na figura 12:

Figura 12 - Representação esquemática dos três momentos pedagógicos



Fonte: Adaptado de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011).

Em ambas SD, a problematização inicial foi baseada em aspectos históricos, sociais e ambientais a partir da música “Movido a álcool”, de Raul Seixas, lançada em 1979 que traz reflexões sobre a segunda crise do petróleo que abalou o mundo e a medida de se buscar novas fontes de energia. Da análise da charge publicada no jornal Folha de São Paulo em 16/12/2011 de autoria do desenhista, cartunista e chargista brasileiro Jean Galvão, figura 13, que mostra o trabalho rural, que aos olhos das grandes corporações, é totalmente

insignificante, pois a estrutura destas grandes corporações pressupõe a utilização maciça da tecnologia e os poucos trabalhadores envolvidos neste processo estarão sujeitos a esta precarização do trabalho e da análise da figura 14, do autor Fábio Reynol, publicada no portal Lecionando Geografia em 21/09/2012, que mostra o Etanol como alternativa para construção de uma matriz energética menos danosa para o meio ambiente.

Pretendeu-se que a organização do conhecimento fosse realizada a partir de atividades diversificadas envolvendo processos investigativos com pesquisa de temas, aulas experimentais e visita técnica em indústria de produção de etanol. No caso da SD no formato remoto, as aulas experimentais foram substituídas por vídeos gravados pelo professor pesquisador com a realização dos mesmos e a visita técnica foi substituída por um vídeo mostrando as etapas de produção da usina e um tour virtual pela mesma, sempre buscando nas atividades proporcionar que o estudante seja o protagonista de seu aprendizado. E por fim, pretendeu-se elaborar duas sequências em que a aplicação do conhecimento fosse contínua e gradativa de forma a atingir uma culminância que resultasse em uma atividade desafiadora para os estudantes.

Figura 13 - Charge 1 uma visão crítica do trabalho rural relacionado à produção de Etanol a partir de cana-de-açúcar



Fonte: Galvão (2012)

Figura 14 - A biomassa na produção de combustíveis – O Etanol



Fonte: Reynol (2010).

Figura 15 - Movido a Álcool

Movido a Álcool - Raul Seixas	Já está pra terminar
Diga, seu dotô as novidades	Derramar cachaça em automóvel
Já faz tempo que eu espero	É a coisa mais sem graça
Uma chamada do senhor	De que eu já ouvi falar
Eu gastei o pouco que eu tinha	Por que cortar assim nossa alegria
Mas plantei aquela cana	Já sabendo que o álcool também vai ter que
Que o senhor me encomendou	acabar?
Estou confuso e quero ouvir sua palavra	Veja, um poeta inspirado em Coca-Cola
Sobre tanta coisa estranha acontecendo sem	Que poesia mais estranha ele iria expressar?
parar	É triste ver que tudo isso é real
Por que que o posto anda comprando tanta	Porque assim como os poetas
cana	Todos temos que sonhar
Se o estoque do boteco	

Fonte: Seixas, Rasmussen e Barreto (1979)

4.3 SUJEITOS DA PESQUISA

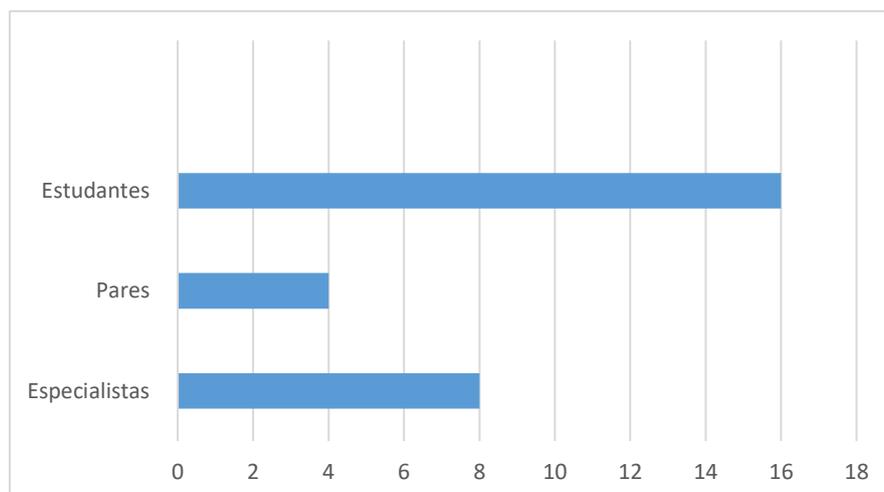
Inicialmente, os sujeitos da pesquisa seriam alunos da 2^o Série do ensino médio do Colégio Miguel Afonso localizado em Teixeira de Freitas – BA. Porém, com o advento da pandemia enfrentada ao longo do ano de 2020 e a impossibilidade de aplicação da SD no formato presencial, os sujeitos da pesquisa passaram a ser os avaliadores das SD. A descrição dos alunos e da escola, que formam o público alvo das SD, está inserida no tópico 4.4 da pesquisa.

Os sujeitos da pesquisa estão divididos de acordo com a SD validada:

4.3.1 SD no formato presencial

O grupo formado pelos sujeitos da pesquisa que validaram a SD no formato presencial, representados no gráfico 2, foi formado por 12 professores, onde foi realizada a validação por especialistas e por pares e no segundo momento por 16 estudantes do 7^o período do curso de Licenciatura em química do Ifes. Entre os professores participantes da validação 8 são especialistas, sendo 6 Doutores que atuam lecionando as disciplinas de Química Analítica, Bioquímica, Biotecnologia, Análise Instrumental, Química Geral Experimental, Físico – Química e Ensino de Química. Entre os demais professores, 2 são Mestres e 4 atuam no Ensino Médio com turmas de 1^o, 2^o e 3^o. Entre os estudantes do curso de Licenciatura em química, todos os presentes já tiveram alguma disciplina de estágio em docência, fator que se mostrou importante para a análise das atividades desenvolvidas durante a SD devido ao fato do grupo já conhecer a estrutura de uma SD e de sua aplicação.

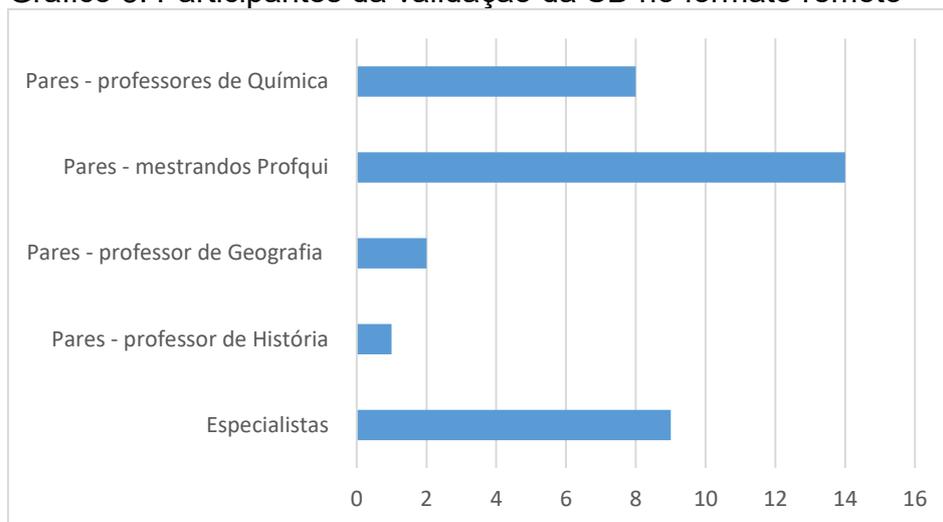
Gráfico 2 - Participantes da validação da SD no formato presencial.



Fonte: próprio autor (2020)

4.3.2 SD no formato remoto

O grupo formado pelos sujeitos da pesquisa que validaram a SD no formato remoto, representados no gráfico 3, foi formado por 34 professores, entre os quais 9 são especialistas, sendo 5 Doutores que atuam lecionando as disciplinas de Química Analítica, Bioquímica, Biotecnologia, Análise Instrumental, Química Geral Experimental, Físico – Química e Ensino de Química, 4 são Mestres e atuam no Ensino Médio como professores de química com turmas de 1º, 2º e 3º ano. Dos demais professores participantes da validação, 14 são mestrandos do Profqui, 2 são professores de geografia, 1 professor de História e 8 são professores de química das redes estadual e particular.

Gráfico 3: Participantes da validação da SD no formato remoto

Fonte: próprio autor (2020)

4.4 PÚBLICO ALVO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As SD foram elaboradas para serem aplicadas no Colégio Miguel Afonso, localizada à Rua Félix Ramos de Souza, número 333, Centro de Teixeira de Freitas – BA, CEP: 45.985-054 com alunos da 2ª Série do Ensino Médio do turno matutino. Teixeira de Freitas é um município brasileiro do estado da Bahia localizado no extremo sul. Sua população, estimada em 2019 segundo o IBGE, era de 160 487 habitantes e seu Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) é considerado médio, segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) no ano de 2010.

Os familiares dos alunos possuem como fonte de renda, principalmente, a agropecuária e o comércio e os alunos que farão parte do projeto estão inseridos, de maneira geral, na classe média de Teixeira de Freitas. A escola oferece Bolsa de Estudo e incentivos à estudantes que não podem custear com a mensalidade de forma integral. O grupo de estudante escolhidos contará com 2 bolsistas. São estudantes que visam o Enem como objetivo principal para a geração de oportunidades de ingresso no ensino superior em universidades federais, estaduais ou institutos federais. O grupo será constituído por alunos com

afinidade por ciências da natureza, humanas e exatas, bem como alunos que ainda não definiram esse tipo de preferência, trazendo para a aplicação da SD uma heterogeneidade muito desafiadora. Segundo pesquisa realizada com os demais professores da escola, os alunos são dedicados ao estudo, participativos e competitivos em relação aos resultados. Mostram dificuldades, principalmente, em Física, Química e Matemática.

Foto 1 - Visão externa da escola Miguel Afonso



Fonte: Google Maps (2016)

Foto 2 - Vista do pátio da escola Miguel Afonso:



Fonte: Infoaboutcompanies (2010)

4.5 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As SD foram estruturadas para que os estudantes alcançassem os indicadores de alfabetização científica, baseando as atividades em uma abordagem de ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA).

Na elaboração das SD, foram seguidos os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) – a problematização, a organização e a aplicação do conhecimento.

As atividades desenvolvidas nas SD buscaram por meio da abordagem CTSA, contextualizar o ensino de Química de forma que os estudantes possam compreender a ciência que se faz presente no seu dia-a-dia, e dessa maneira, propiciar um significado mais palpável a eles, em relação aos conteúdos trabalhados. Além das culminâncias das SD propostas como últimas atividades com a finalidade de avaliar a aplicação dos conhecimentos, as SD, foram desenvolvidas com o objetivo de proporcionar a avaliação dos efeitos das atividades propostas de forma processual e contínua, com a intenção de verificar se os objetivos foram atingidos a cada etapa.

As SD foram construídas com base no instrumento de análise de CTSA proposto por Fernandes, Pires e Villamanan (2014) que estão apresentados na tabela 6 do capítulo 3.3. Nas elaborações das SD foram propostas duas sequências de atividades que abordssem todas as dimensões e parâmetros indicados no instrumento.

As atividades das SD também foram elaboradas com base nos três eixos estruturantes propostos por Saserron e Carvalho (2011) denominados de i) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; ii) compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e iii) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Além disso, as atividades foram desenvolvidas de forma a induzir os estudantes adquirirem as competências próprias das ciências e do fazer científico a partir da perspectiva dos indicadores de alfabetização científica, apresentados nas tabelas 7, 8 e 9 apresentada no capítulo 3.4.

A SD no formato remoto foi construída com base em ferramentas tecnológicas como: páginas da Web, salas de aula online, aplicativos, jogos, grupo de

WhatsApp, que propiciam sua aplicação de forma integralmente não presencial e dão ao professor alternativas a mais para diversificar suas aulas remotas.

Cabe ressaltar que, apesar das SD não terem sido aplicadas aos alunos, pretende-se nos itens 4.5 e 4.6, apresentar as SD de forma a explicar detalhadamente como deveria ser a condução das mesmas para atingir os objetivos propostos.

4.6 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA – FORMATO PRESENCIAL

4.6.1 Informações Gerais

Tema da Sequência Didática (SD): Etanol – Aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais.	
Objetivo da sequência didática: Promover Alfabetização Científica a partir de uma abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente).	
Escola: Colégio Miguel Afonso	
Professor: Diego Becalli Broseguini	
Área de Conhecimento/Disciplina: Química	
Série: 2ª série do Ensino Médio	Número de aulas previstas: 12
Conceitos de Química a serem abordados	Propriedades Químicas e Físicas do Etanol; Interações Intermoleculares e seus efeitos na miscibilidade entre álcool, gasolina e água; Relação entre pressão de vapor, volatilidade, viscosidade e temperatura de Ebulição; Fermentação; Destilação; soluções e diluição.

4.6.2 Cronograma de Atividades

ATIVIDADE	LOCAL/DURAÇÃO/ Nº DE AULAS	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
Atividade 1	Sala de Aula/ 50 minutos/ 1 aula	Apresentar os objetivos da sequência didática a ser aplicada e a temática a ser discutida; Organização dos grupos.

Atividade 2	Sala de Aula/ 1h e 40 minutos/ 2 aulas	Apresentação das charges e da música “Movido a álcool”.
Atividade 3	Sala de Aula/ 50 minutos/ 1 aula	Análise das respostas dadas as perguntas da aula anterior.
Atividade 4	Laboratório de Química 1h e 40 minutos/ 2 aulas	Etanol e suas propriedades Físicas e Químicas.
Atividade 5	Sala de Aula/ 50 minutos/ 1 aula	Análise das respostas dadas as perguntas da atividade 4.
Atividade 6	Laboratório de Química/50 minutos/ 1 aula.	Produção de Etanol.
Atividade 7	Sala de Aula/ 1h e 40 minutos/ 2 aulas	Pesquisa, vídeo e apresentações sobre os efeitos da produção de etanol no meio ambiente e sua relação com outros combustíveis.
Atividade 8	Laboratório de Química /1h e 40 minutos/ 2 aulas.	Separação do etanol utilizando o processo de destilação.
Atividade 9	Aula de Campo/ 6 h / Não se aplica.	Visita Técnica a Usina de Produção de Etanol.
Atividade 10	Pátio do Colégio 50 minutos/ 1 aula.	Atividades referentes a culminância da SD apresentadas pelos grupos e realizadas em áreas comuns da escola: - Música (Grupo 1), Teatro (Grupo 2). Maquete (Grupo 3).

4.6.3 As Atividades da Sequência Didática

ATIVIDADE 1: APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	1 aula / 50 minutos
OBJETIVOS	Apresentar a sequência didática e explicar como ela será realizada; Entregar o diário de pesquisa e orientar os estudantes quanto ao seu preenchimento; Entregar os termos de consentimento e assentimento livre esclarecido (TCLE e TALE) (APÊNDICES C e D).
TIPO DE ABORDAGEM*	Descritiva e dialogada
MATERIAL DE APOIO	TCLE e TALE impressos, caderno que servirá de diário de pesquisa, slides com a esquematização da sequência didática.

**o tipo de abordagem apresentada em cada atividade se refere à forma que o professor deverá trabalhar e interagir com os estudantes durante a atividade.*

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 1:

Os alunos participantes das atividades deverão ser convidados para ir à sala de aula e o professor será apresentado pela direção da escola. Em seguida, o professor fala do seu projeto de pesquisa, da importância da participação dos

alunos nessa etapa, explica o que é uma sequência didática, e da necessidade da assinatura dos termos consentimento e assentimento livre esclarecido. Em seguida, apresentará de forma esquemática a sequência didática explicando as etapas e o tema escolhido deixando claro que eles serão os pesquisadores, os atores principais no desenvolvimento do tema e que os professores que participarão da sequência serão os orientadores e articuladores das atividades. O professor responderá as possíveis dúvidas e, em seguida, entregará os cadernos que serão utilizados como diário de pesquisa e explicará de que forma deverão ser utilizados. Em seguida, os alunos deverão ser divididos em grupos que deverão ser os mesmos até a penúltima atividade da SD. Ao final da aula, o professor solicitará que os alunos escrevam individualmente no diário de pesquisa o que entenderam sobre sua participação no projeto, suas responsabilidades e suas expectativas.

ATIVIDADE 2: PROBLEMATIZAÇÃO		
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	DE	2 aulas/ 1h e 40 minutos
OBJETIVOS		Realizar o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema a partir da análise de como os estudantes avaliam as charges e a música em termos sociais, científicos, políticos e ambientais incentivando a partir de questionamentos sobre as obras o levantamento de questões sobre assuntos dentro do tema proposto.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DE DESSA ATIVIDADE	DE AC	organização de informações (OI), classificação de informações (CI), seriação de informações (SI), levantamento de hipóteses (LH), Explicação (Exp) e Previsão (Pre).
TIPO DE ABORDAGEM		Dialogada com indução a tempestade de ideias, discussão e reflexão.
MATERIAL DE APOIO		Computador, Datashow, Gravador, Caixa de Som.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 2:

A metodologia da problematização surgiu, para o autor, a partir de uma crítica ao ensino tradicional, baseado em aulas expositivas e tendo o professor como centro de um processo de transmissão de conteúdo. O autor propõe ainda um modelo de aprendizagem cujas características principais são a problematização da realidade e a busca de solução para problemas detectados, possibilitando assim o desenvolvimento do raciocínio reflexivo e crítico do aluno (VASCONCELLOS, 1999).

Nessa perspectiva, e com a intenção de aguçar e motivar os estudantes de maneira mais crítica a pensar e estudar sobre o tema proposto na presente SD, utilizaremos as charges e a música como problematização.

A turma será dividida em grupos. As charges serão projetadas e haverá o incentivo a uma discussão geral sobre as mesmas e, depois, cada grupo responderá à pergunta em seus diários de pesquisa:

- a) ***Quais as diferenças observadas entre as visões dos artistas para o tema etanol como combustível?***

As discussões dos alunos serão gravadas pelo professor para posterior transcrição e os registros dos alunos serão realizados no diário de pesquisa. Após as respostas em relação as charges, os alunos ouvirão a música e responderão a seguinte pergunta:

- b) ***Qual sua interpretação sobre os aspectos abordados na letra da música em relação ao etanol?***

As discussões dos alunos serão gravadas pelo professor para posterior transcrição e os registros dos alunos serão realizados no diário de pesquisa. Charges, Figura e Música da problematização:



Fonte: Galvão (2012)

Movido a Álcool - Raul Seixas

Diga, seu dotô as novidades

Já faz tempo que eu espero

Uma chamada do senhor

Eu gastei o pouco que eu tinha

Mas plantei aquela cana

Que o senhor me encomendou

Estou confuso e quero ouvir sua palavra

Sobre tanta coisa estranha acontecendo sem parar

Por que que o posto anda comprando tanta cana

Se o estoque do boteco

Já está pra terminar

Derramar cachaça em automóvel

É a coisa mais sem graça

De que eu já ouvi falar

Por que cortar assim nossa alegria

Já sabendo que o álcool também vai ter que acabar?

Veja, um poeta inspirado em Coca-Cola

Que poesia mais estranha ele iria expressar?

É triste ver que tudo isso é real

Porque assim como os poetas

Todos temos que sonhar

Fonte: Seixas, Rasmussen e Barreto (1979)

Para finalizar cada grupo deverá preparar uma apresentação em slide com as repostas das perguntas. Esta atividade deverá ser realizada fora da sala de aula e deverá ser apresentada na atividade 3.

ATIVIDADE 3: ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS RESPOSTAS DAS PERGUNTAS DA PROBLEMATIZAÇÃO		
NÚMERO	DE	1 aula / 50 minutos
AULAS/TEMPO		

OBJETIVOS	Incentivar a discussão em sala das interpretações dos alunos sobre os aspectos sociais, ambientais, científicos e tecnológicos representados pelas obras (charges e música) analisadas. Demonstrar a interdisciplinaridade do assunto.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DE AC DESSA ATIVIDADE	organização informações (OI), classificação de informações (CI), seriação de informações (SI), levantamento de hipóteses (LH), justificativa (Jus) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM	Interativa, dialogada com indução a discussão e reflexão.
MATERIAL DE APOIO	Computador, Datashow, Gravador, Caixa de Som e Diário de pesquisa.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 3:

Essa atividade se caracteriza como interdisciplinar pois contará com professores de outras disciplinas. Os grupos apresentarão suas repostas às perguntas e será promovida uma discussão sobre os aspectos sociais, ambientais, históricos (como o advento do Proálcool), científicos e tecnológicos representados pelas obras e mediadas por professores e química, geografia e história. Após as apresentações e discussões, os alunos serão convidados novamente a registrar em seus diários de pesquisa as respostas as mesmas perguntas realizadas na atividade anterior (a - Quais as diferenças observadas entre as visões dos artistas para o tema etanol como combustível? E, b - Qual sua interpretação sobre os aspectos abordados na letra da música em relação ao etanol?). Os indicadores de AC serão avaliados, a partir das respostas dos alunos registradas no diário de pesquisa e análise das gravações. As opiniões dos professores envolvidos também serão registradas para utilização no projeto de pesquisa.

ATIVIDADE 4: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO ETANOL	
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	2 aulas/ 1h e 40 minutos
OBJETIVOS	Conhecer a substância etanol, sua fórmula, seus aspectos físicos e químicos e correlacionar com algumas de suas propriedades frente a água e gasolina.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DE AC DESSA ATIVIDADE	Raciocínio lógico (RL), raciocínio proporcional (RP), levantamento de hipóteses (LH), teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus), previsão (Pre) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM	Interativa, dialogada com a indução à realização de investigação e reflexão.

MATERIAL DE APOIO	Roteiro de aula experimental, água, gasolina comum, etanol, proveta, calculadora e diário de pesquisa.
-------------------	--

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 4:

Os alunos serão divididos em grupos para realizar a atividade experimental. Receberão um roteiro e material para realização dos experimentos. Previamente à realização de cada experimento, o professor irá explicar o procedimento e normas de segurança. Depois de realizado cada experimento, os alunos responderão às perguntas relacionadas. Os alunos deverão registrar as respostas e os cálculos no diário de pesquisa a lápis e o professor irá registrar essas respostas por fotografia.

Os alunos levarão o diário de bordo para casa e serão desafiados a pesquisar sobre as respostas e corrigi-las, caso necessário, com caneta vermelha para mostrar ao professor na aula seguinte. Os experimentos, perguntas e conceitos abordados estão apresentados na tabela 9:

Tabela 9 - Experimentos sobre o Etanol e suas propriedades

Experimento	Roteiro	Perguntas a serem respondidas e registradas no diário de pesquisa	Conceito químico a ser trabalhado
1: Comparação entre etanol, água e gasolina.	Em três recipientes, de mesmo volume, estarão presentes 10 ml de água, 10 ml de etanol e 10 ml de gasolina comum. O aluno deverá realizar uma análise sensorial (cheiro e viscosidade) e identificar as três substâncias.	Em que aspecto (s) as três substâncias são diferentes com base na análise sensorial? Em que aspectos são iguais? Justifique em termos químicos essas diferenças sensoriais. Realizar uma pesquisa sobre a cor da gasolina.	Pressão de vapor, volatilidade, cor e viscosidade das substâncias.
2: Miscibilidade do etanol em água	Em um mesmo recipiente, acrescentar os volumes de água e etanol usados do experimento 1.	Água e etanol são completamente miscíveis? Explique o que observou baseado em conceitos químicos?	Interações intermoleculares

3: Miscibilidade do etanol em gasolina	Misturar 10 ml de etanol com 10 ml de gasolina.	Gasolina e etanol são completamente miscíveis? Explique o que observou baseado em conceitos químicos?	Interações intermoleculares
4: Determinação do teor de Etanol na Gasolina	Acrescentar 50 ml de água e 50 ml de gasolina em uma proveta	Para que fase o etanol se desloca? Explique. Qual o teor de etanol na gasolina? Quantos litros de etanol estariam presentes em 250000 litros de gasolina vendidas nos postos de combustível? Fazer os cálculos demonstrando o raciocínio utilizado.	Conceitos de proporcionalidade e Interações intermoleculares.

ATIVIDADE 5: ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS RESPOSTAS DADAS AS PERGUNTAS DA ATIVIDADE 4		
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	DE	1 aula/ 50 minutos
OBJETIVOS		Comparar e discutir as respostas fornecidas na atividade 4 com as apresentações dos grupos tendo o propósito de incentivar os indicadores de AC. Reforçar os conceitos químicos e suas correlações com as propriedades do etanol.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DESSA ATIVIDADE	DE AC	Teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus), previsão (Pre) e explicação (Exp), raciocínio lógico (RL), raciocínio proporcional (RP).
TIPO DE ABORDAGEM		Interativa, dialogada e com indução a discussão.
MATERIAL DE APOIO		Computador, Datashow, Gravador e Diário de pesquisa.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5:

Os grupos deverão apresentar as respostas às perguntas feitas na aula anterior e o resultado da pesquisa sobre a cor da gasolina. O professor de química será mediador das discussões relacionando os conceitos trabalhados às respostas esperadas utilizando Slides que relacionam os conteúdos de forças intermoleculares, viscosidade, pressão de vapor e cor. Ao final das apresentações e das discussões, os alunos deverão responder novamente e

com caneta de cor azul em seu diário de pesquisa, as perguntas que eles já haviam respondido na atividade 4 com o propósito de identificar a evolução do conhecimento e os indicadores de alfabetização científica.

ATIVIDADE 6: PRODUÇÃO DE ETANOL: REAÇÃO DE FERMENTAÇÃO		
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	DE	1 aula/50 minutos
OBJETIVOS		Conhecer os aspectos químicos e científicos envolvidos na produção do etanol.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DESSA ATIVIDADE	DE AC	Raciocínio lógico (RL), raciocínio proporcional (RP), levantamento de hipóteses (LH), teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus), previsão (Pre) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM		Interativa, dialogada com indução a investigação científica.
MATERIAL DE APOIO		Roteiro Experimental e diário de pesquisa.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 6:

Os grupos receberão o roteiro experimental, descrito na tabela 8, retirado do endereço eletrônico: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/preparando-etanol.htm> e iniciarão o experimento. No procedimento experimental número 2, o sistema ficará em repouso durante 5 dias e os alunos deverão, durante esse tempo, realizar visitas, acompanhados do professor, ao laboratório e registrar as mudanças ocorridas em seu diário de pesquisa e por fotos além de fazer uma pesquisa acerca da reação ocorrida no processo.

Após os cinco dias, a discussão em relação ao experimento será retomada com as seguintes perguntas:

- a- ***O experimento demonstrou um fenômeno químico ou físico? Qual ou quais mudanças evidenciaram esse fenômeno?***
- b- ***Quais as mudanças ocorridas no sistema reacional durante os cinco dias?***

Roteiro Experimental para a atividade 6:

Reagentes e Materiais	Procedimento Experimental
100 ml de água morna. 15 g de fermento biológico seco. 1 litro de Garapa. Balança. Garrada PET de 2 litros com um furo de tampa.	1. Dissolva o fermento biológico em água morna usando o recipiente disponível; 2. Acrescente o caldo de cana (garapa) e deixar em repouso por 5 dias.

ATIVIDADE 7: PESQUISA, VÍDEO E APRESENTAÇÕES SOBRE OS EFEITOS DA PRODUÇÃO DE ETANOL NO MEIO AMBIENTE E SUA RELAÇÃO COM OUTROS COMBUSTÍVEIS.		
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	DE	2 aulas/1h e 40 minutos.
OBJETIVOS		Relacionar a produção de etanol com os efeitos positivos e negativos no meio ambiente. Comparar, em termos de poluição atmosférica, a combustão do etanol, da gasolina e do diesel.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DESSA ATIVIDADE	DE AC	Raciocínio lógico (RL), raciocínio proporcional (RP), levantamento de hipóteses (LH), teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM		Interativa, dialogada com indução a investigação científica.
MATERIAL DE APOIO		Computador com acesso e internet, Datashow, Gravador, Caixa de Som e Diário de pesquisa.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 7:

A atividade será dividida em duas partes:

Parte 1: Os alunos serão convidados a realizar uma pesquisa, com duração de 30 minutos, sobre os impactos ambientais da produção de etanol. A orientação será o acesso ao endereço eletrônico: <http://www.usinasantamaria.com.br/site/index.php/ambiental/>, uma vez que a atividade 9 da SD será a visita técnica a usina de produção de etanol de Santa Maria. Para orientar a pesquisa os alunos deverão responder as perguntas e registrar no diário de pesquisa:

- a- **Qual a relação entre a quantidade, em volume, de etanol produzido e a área cultivada com cana-de-açúcar?**
- b- **Quais as consequências ambientais da produção de etanol no Brasil?**
- c- **O etanol pode ser considerado, do ponto de vista sustentável, como uma boa alternativa a gasolina?**

Parte 2: Os alunos assistirão a um vídeo com duração de 8 minutos sobre mudanças climáticas, disponível no endereço eletrônico: <http://educaclima.mma.gov.br/mudanca-do-clima/> e irão pesquisar, com o auxílio da internet, sobre reações de combustão de completa e incompleta dos combustíveis etanol, gasolina e diesel. Para orientar a pesquisa os alunos deverão responder as perguntas e registrar no diário de pesquisa:

- d- ***Qual dos três combustíveis, gasolina, etanol e diesel, libera por litro de combustível queimado, na reação de combustão completa, maior quantidade de dióxido de carbono?***
- e- ***Quais características levam um combustível a ser classificado como renovável?***

As pesquisas das partes 1 e 2 da atividade deverão ser apresentadas e discutidas durante a aula. Os professores de Química e Geografia serão os mediadores da discussão e deverão apresentar, de forma crítica, as vantagens e desvantagens da produção de etanol no Brasil, bem como os aspectos químicos envolvidos nas reações de combustão.

ATIVIDADE 8: Separação do etanol utilizando o processo de destilação.		
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	DE	2 aulas/1h e 40 minutos.
OBJETIVOS		Conhecer os processos físicos e químicos envolvidos na produção do etanol a partir da garapa (continuação a atividade 6).
EXPECTATIVA DE INDICADORES DESSA ATIVIDADE	DE AC	Raciocínio lógico (RL), raciocínio proporcional (RP), levantamento de hipóteses (LH), teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus), previsão (Pre) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM		Interativa, dialogada com indução a investigação científica
MATERIAL DE APOIO		Roteiro Experimental, diário de pesquisa, reagentes, material de laboratório.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 8:

A atividade 8 é uma complementação da atividade 6. Os alunos receberão um roteiro do experimento, descrito na tabela 9, para dar prosseguimento ao experimento da produção de etanol. O professor irá abordar novamente as regras de segurança do laboratório. Na atividade os alunos deverão analisar o processo de destilação usado para separar o etanol dos demais componentes

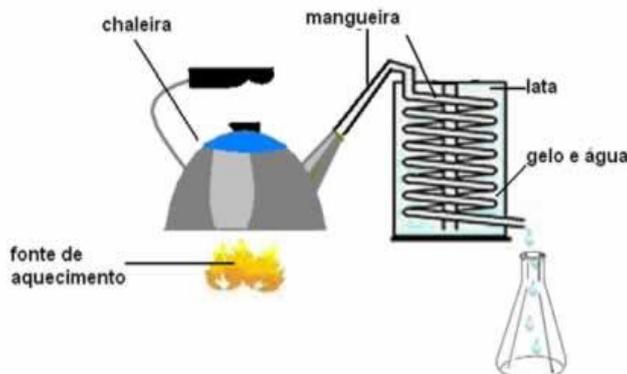
da mistura e analisar os fenômenos químicos e físicos ocorridos ao longo de todo o experimento.

Roteiro Experimental para a atividade 8:

Tabela 9: Roteiro Experimental da atividade 9:

Reagentes e materiais	Procedimento experimental	Conceitos químicos abordados
1 chaleira ou bule; 2 metros de mangueira plástica do diâmetro do bico da chaleira; 1 lata de tinta de 18 litros vazia; Massa de vidraceiro ou durepóxi; Gelo; Fonte de aquecimento como placa aquecedora.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dentro da lata, enrole a mangueira na forma de serpentina; 2. Passe a mangueira por um furo feito no lado inferior da lata; 3. Vede esse furo com durepóxi ou com a massa de vidraceiro; 4. Coloque a mistura que ficou em repouso por 5 dias na chaleira; 5. Conecte a extremidade superior da mangueira no bico da chaleira ou do bule; 6. Encha com água e gelo a lata que contém a mangueira; 7. Aqueça brandamente a chaleira; 8. Coloque um recipiente na extremidade livre da mangueira, segundo o esquema representado na figura abaixo: 	Destilação Processos físicos e químicos Ponto de Ebulição Forças intermoleculares

Figura 16 - Esquema representativo do experimento de produção de etanol



Fonte: Brasil Escola (2012)

ATIVIDADE 9: Visita Técnica a Usina de Produção de Etanol.		
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	DE	Não se aplica.
OBJETIVOS		Promover maior interação dos estudantes com a sociedade, meio ambiente e a tecnologia envolvida na produção do etanol. Demonstrar para os estudantes a transferência entre conhecimento científico e desenvolvimento tecnológico.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DESSA ATIVIDADE	DE AC	Raciocínio lógico (RL), raciocínio proporcional (RP), levantamento de hipóteses (LH), teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus), previsão (Pre) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM		Interativa, dialogada com indução a investigação.
MATERIAL DE APOIO		Diário de pesquisa e celular para fotos e vídeos.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 9:

A Usina Santa Maria Ltda., localizada na BA 290, Km 43, Medeiros Neto-BA, é uma empresa dedicada à exploração da cana-de-açúcar e à produção de etanol, localizada no extremo sul da Bahia. Foi constituída em 2002 e possui como acionista majoritário a Quanti Participações Ltda. que detêm 98% de seu capital, e sua primeira safra ocorreu em 2005. É a maior produtora de álcool da Bahia, com produção de cerca de 81 milhões de litros de etanol por ano. Os alunos farão uma visita técnica orientados pelo professor de Química e profissionais que atuam na usina. A duração da visita é de cerca de 6 horas, começando pelo plantio da cana de açúcar e todas as etapas envolvidas na colheita e transporte para a usina. Após a visita as áreas plantadas, os alunos serão encaminhados para a área industrial, onde todos os processos envolvidos na produção do

etanol serão mostrados, sempre com associações as outras atividades já realizadas na SD. Durante a visita também serão realizadas palestras sobre a parte ambiental e social que envolvem a usina de Santa Maria e os alunos deverão responder ao final, no diário de pesquisa, perguntas que possuem relação com as atividades já realizadas nas etapas anteriores da SD:

- a- **Qual sua percepção sobre a usina em termos ambientais e sociais?**
- b- **Quais aspectos científicos verificados no laboratório durante a produção e separação do etanol você observou em forma de tecnologia na usina? Faça uma correlação entre o experimento realizado na escola e o que você observou a usina.**

ATIVIDADE 10: Apresentações referentes a culminância da SD		
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	DE	Não se aplica.
OBJETIVOS		Dar ao aluno visibilidade para o processo de aprendizagem pelo qual passou. Apresentar o trabalho produzido na SD para a comunidade escolar. Avaliar o resultado da aplicação dos conhecimentos adquiridos em termos de CTSA e AC. Avaliar de forma lúdica e sem indução com perguntas ou roteiros de que forma a SD os transformou do ponto de vista de criticidade.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DESSA ATIVIDADE	DE AC	Seriação de informação (SI), organização de informações (OI), levantamento de hipóteses (LH), teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus), previsão (Pre) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM		Interativa, dialogada com indução a reflexão.
MATERIAL DE APOIO		Microfones, Caixa de som, espaço disponível para as apresentações, folhas de isopor, caixas vazias de leite, garrafas PET, mangueiras finas, canetas multicores.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 10:

A turma será dividida em 3 grupos de 5 alunos e os estudantes apresentarão, cada um, uma das atividades que serão propostas. Os grupos não necessitam ser os mesmos das atividades anteriores.

Atividade 1: Produção de uma peça de Teatro sobre o tema

A atividade deverá envolver aspectos *sociais* envolvidos nos processos produtivos do Etanol. A duração da peça será de 25 minutos. O professor de Artes irá auxiliar os alunos na construção da peça.

Atividade 2: Produção de uma Maquete da usina de produção de Etanol

A atividade deverá envolver aspectos *científicos* e *tecnológicos* da produção do etanol. A apresentação será realizada pelos alunos do grupo e eles deverão relacionar, principalmente, os aspectos químicos do processo. O professor de química irá auxiliar os alunos e os materiais usados deverão ser de fácil acesso (caixa de leite, garrafas PET, mangueira, canetas multicores e folha de isopor).

Atividade 3: Produção de uma Música sobre o tema

A atividade deverá envolver aspectos *ambientais* da produção do etanol. A música deverá ser de autoria dos alunos e eles poderão reproduzir a música usando caixa de som ou com o auxílio de instrumentos musicais. O professor de música auxiliará os alunos.

Cada atividade será apresentada em um dia diferente, durante o horário do recreio e as fotos da visita técnica e dos experimentos realizados ao longo da SD ficarão expostas no mural da escola. A atividade será registrada por meio de filmagens, verificação do comportamento da plateia e anotações, por parte do professor pesquisador, dos comentários da plateia.

4.7 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA – FORMATO REMOTO

4.7.1 Informações Gerais

Tema da Sequência Didática (SD): Etanol – Aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais – formato remoto - online.	
Objetivo da sequência didática: Promover Alfabetização Científica a partir de uma abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente).	
Professor: Diego Becalli Broseguini	
Área de Conhecimento/Disciplina: Química	
Série: 2ª série do Ensino Médio	Número de aulas previstas: 14
Conceitos de Química a serem abordados	Propriedades Químicas e Físicas do Etanol; Densidade;

	Interações Intermoleculares e seus efeitos na miscibilidade entre álcool, gasolina e água; Relação entre pressão de vapor, volatilidade, viscosidade e temperatura de Ebulição; Fermentação; Destilação.
--	---

Cada atividade da SD conta com uma página na WEB criada exclusivamente para que o aluno possa acompanhar a descrição do professor em relação a mesma, bem como acessar quantas vezes achar necessário para compreender melhor o que será executado. A tabela 10 traz as atividades da SD e os endereços eletrônicos relativos a cada uma delas.

Tabela 10 - Atividade da SD

Número da atividade	Endereço eletrônico
1	https://mailchi.mp/6d5929c8f745/atividade-sequencia-didatica
2	https://mailchi.mp/bf8744a38bd9/problematizacao-quimica
3	https://mailchi.mp/17032a8043a2/organizacao-conhecimento
4	https://mailchi.mp/f5c8666633b4/vamos-conhecer-o-etanol
5	https://mailchi.mp/046f149f3626/conhecimento-quimica
6	https://mailchi.mp/943b828dd7e7/conhecendo-fermentacao
7	https://mailchi.mp/d4f9f8fd36ed/etanol-meio-ambiente
8	https://mailchi.mp/1372473f3a2b/destilacao-etanol
9	https://mailchi.mp/fa7b9e9d47cc/etanol
10	https://mailchi.mp/8e48e5fdbb41/aplicacao-etanol-quimica

Fonte: própria autoria (2020)

Cada uma das atividades conta ainda com uma assistente virtual, com o nome fantasia “Medusa”, que fornece orientações para os alunos durante as execuções das atividades, trazendo ainda dicas, em um tópico chamado “dicas da medusa”, sobre jogos, aplicativos, vídeos e outras ferramentas que visam deixar a SD mais dinâmica e atrativa e que podem ser relacionados ao tema etanol e a outros temas estudados. O símbolo da “Medusa” foi escolhido pois traz a ideia, segundo a mitologia grega, de sabedoria.

4.7.2 Cronograma de Atividades

Tabela 11 - Cronograma de Atividades

ATIVIDADE/ TÍTULO	LOCAL/DURAÇÃO/ Nº DE AULAS	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
Atividade 1 / O que esperar da SD?	Sala de aula virtual / 50 minutos/ 1 aula	Apresentar os objetivos da sequência didática a ser aplicada e a temática a ser discutida; Organização dos grupos.
Atividade 2 / Problematização	Sala de Aula virtual/ 1h e 40 minutos/ 2 aulas	Apresentação das charges e da música “Movido a álcool”.
Atividade 3 / Vamos organizar o conhecimento?	Sala de Aula virtual/ 50 minutos/ 1 aula	Análise das respostas dadas as perguntas da aula anterior.
Atividade 4 / Conhecendo o etanol	Sala de aula virtual/ 1h e 40 minutos/ 2 aulas	Etanol e suas propriedades Físicas e Químicas.
Atividade 5 / Vamos organizar o conhecimento?	Sala de Aula virtual/ 50 minutos/ 1 aula	Análise das respostas dadas as perguntas da atividade 4.
Atividade 6 / Conhecendo a fermentação	Sala de aula virtual /50 minutos/ 1 aula.	Produção de Etanol.
Atividade 7 / O etanol e suas reações com o meio ambiente e outros combustíveis.	Sala de Aula virtual/ 1h e 40 minutos/ 2 aulas	Pesquisa, vídeo e apresentações sobre os efeitos da produção de etanol no meio ambiente e sua relação com outros combustíveis.

Atividade 8 / Destilação do etanol	Sala de aula virtual /1h e 40 minutos/ 2 aulas.	Separação do etanol utilizando o processo de destilação.
Atividade 9 / Processo produtivo do etanol	Sala de aula virtual / 50 minutos	Vídeo - Etapas que demonstram o funcionamento da usina de produção de etanol.
Atividade 10/ Aplicação do conhecimento	Sala de Aula virtual 1h e 40 minutos / 2 aulas.	Atividades referentes a culminância da SD apresentadas pelos grupos e realizadas em áreas comuns da escola. - Produção de HQ. (Grupo 1). - Produção de animação (Grupo 2). - Produção de podcast (Grupo 3).

4.7.3 As Atividades da Sequência Didática

ATIVIDADE 1: O QUE ESPERAR DA SD?	
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	1 aula / 50 minutos
OBJETIVOS	Apresentar a sequência didática, explicar como ela será realizada no formato online e simular o uso das ferramentas que serão utilizadas (Google sala de aula e Google meet); Enviar os termos de consentimento e assentimento livre esclarecido (TCLE e TALE) (APÊNDICES B e C). Separar os alunos participantes em grupos.
TIPO DE ABORDAGEM*	Expositiva
MATERIAL DE APOIO	TCLE e TALE, slides com a esquematização da sequência didática, computador ou celular e acesso a internet.

* o tipo de abordagem apresentada em cada atividade se refere à forma que o professor deverá trabalhar e interagir com os estudantes durante a atividade.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

Os alunos participantes das atividades da SD serão convidados para a sala de aula online criada na plataforma Google meet. O link da sala de aula online será enviado para o grupo de WhatsApp criado com o título: “SD – Etanol – Geral” e para o endereço eletrônico dos alunos, que já estará devidamente cadastrado em todas as plataformas utilizadas durante a SD. A figura 17 apresenta um exemplo da sala de aula online que será criada e da geração do

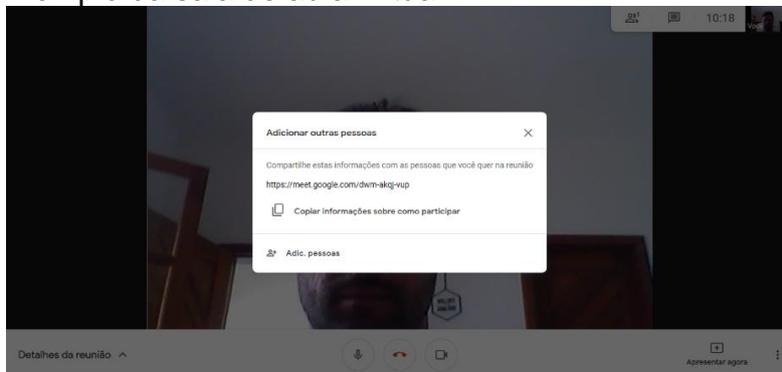
link. Os participantes acessarão também a página da WEB criada para a atividade 1, onde encontrarão a descrição da atividade e o auxílio da assistente virtual.

Em seguida, o professor fala do seu projeto de pesquisa, da importância da participação dos alunos nessa etapa, explica o que é uma sequência didática, e da necessidade da assinatura dos termos consentimento e assentimento livre esclarecido, que serão enviados devidamente assinados ao professor via e-mail para o endereço: sdeadetanol@gmail.com. Em seguida, apresentará de forma esquemática a sequência didática explicando as etapas e o tema escolhido deixando claro que eles serão os pesquisadores, os atores principais no desenvolvimento do tema e que os professores que participarão da sequência serão os orientadores e articuladores das atividades. As ferramentas para a aplicação da SD no formato online também serão apresentadas e treinadas com os alunos no momento da apresentação. Salas virtuais serão criadas para que, em algumas atividades, os alunos possam se reunir em grupos, sendo que cada grupo criado terá um responsável em entrar em contato com o professor, caso ocorra algum problema técnico durante a reunião. Cabe também ao professor pesquisador analisar as discussões que serão geradas durante os trabalhos em grupo, bem como iniciar e finalizar as gravações das mesmas. A figura 18 apresenta um exemplo da criação da pasta relacionada as perguntas que serão respondidas durante a aplicação da SD. Para que o aluno consiga acessar os links inseridos ao longo das atividades, deverá ter seu e-mail cadastrado pelo professor e, sendo assim, terá acesso total a todas as atividades. A resposta deverá ser única para o grupo em relação a cada pergunta, ou seja, os integrantes dos grupos deverão discutir e entrar em consenso para definir as respostas que serão produzidas.

Ao final da aula, o professor solicitará que os alunos escrevam individualmente no formulário criada no Google sala de aula o que entenderam sobre sua participação no projeto, suas responsabilidades e suas expectativas. As perguntas e o espaço destinado às respostas serão encontrados no link:

<https://classroom.google.com/c/MTIxNjEwNzc5NjMz/a/MTIxNjI0OTg1MzU5/details>.

Figura 17 - Exemplo da sala de aula virtual:



Fonte: própria autoria (2020)

Figura 18 - Exemplo da criação de turmas no google sala de aula:



Fonte: própria autoria (2020)

Na “dica da Medusa” presente nessa atividade, é apresentado o app WavePad Audio Editor Free, que auxilia o aluno na elaboração de respostas discursivas presentes nas atividades da SD pois possui ferramentas de gravação e edição de áudios. Para o aluno que possui dificuldade em elaborar uma resposta discursiva, uma alternativa é gravar a resposta falada usando o aplicativo e depois reproduzi-la em forma de texto.

ATIVIDADE 2: PROBLEMATIZAÇÃO

NÚMERO DE AULAS/TEMPO	2 aulas/ 1h e 40 minutos
OBJETIVOS	Realizar o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema a partir da análise de como os estudantes avaliam as charges e a música em termos sociais, científicos, políticos e ambientais incentivando a partir de questionamentos sobre as obras o levantamento de questões sobre assuntos dentro do tema proposto.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DE AC DESSA ATIVIDADE	Organização de informações (OI), classificação de informações (CI), seriação de informações (SI), levantamento de hipóteses (LH), Explicação (Exp) e Previsão (Pre).
TIPO DE ABORDAGEM	Dialogada com indução a tempestade de ideias, discussão e reflexão.
MATERIAL DE APOIO	Computador ou celular com conexão à internet e Sala de aula virtual.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

O surgimento, a importância e as características da metodologia da problematização já foram colocadas na descrição da atividade 2 da SD no formato presencial.

Para a realização dessa atividade, serão enviados para o grupo de WhatsApp os links da sala de aula virtual e da página da WEB criada para essa atividade. Na sala de aula virtual serão mostradas duas charges e uma música. Começando pela charge, haverá o incentivo a uma discussão geral sobre as mesmas e depois cada grupo responderá às perguntas no formulário criado no google sala de aula acessando o link: <https://classroom.google.com/c/MTIxNjEwNzc5NjMz/a/MTIxNjI0OTg1NDQz/details>. As discussões dos alunos serão gravadas pelo professor para posterior transcrição. A pergunta a ser respondida nessa primeira parte da atividade é a seguinte:

Quais as diferenças observadas entre as visões dos artistas para o tema etanol como combustível?

Após as respostas em relação as charges, os alunos ouvirão a música e responderão a seguinte pergunta:

Qual sua interpretação sobre os aspectos abordados na letra da música em relação ao etanol?

As discussões dos alunos serão gravadas pelo professor para posterior transcrição e os registros dos alunos serão realizados na sala criada no google sala de aula, acessando o link: encurtador.com.br/qKM57. As charges e a música que serão utilizadas nessa atividade estão mostradas a seguir:

Charges e Música:



Fonte: Galvão (2012)

Movido a Álcool - Raul Seixas

Diga, seu dotô as novidades	Já está pra terminar
Já faz tempo que eu espero	Derramar cachaça em automóvel
Uma chamada do senhor	É a coisa mais sem graça
Eu gastei o pouco que eu tinha	De que eu já ouvi falar
Mas plantei aquela cana	Por que cortar assim nossa alegria
Que o senhor me encomendou	Já sabendo que o álcool também vai ter que acabar?
Estou confuso e quero ouvir sua palavra	Veja, um poeta inspirado em Coca-Cola
Sobre tanta coisa estranha acontecendo sem parar	Que poesia mais estranha ele iria expressar?
Por que que o posto anda comprando tanta cana	É triste ver que tudo isso é real
Se o estoque do boteco	Porque assim como os poetas
	Todos temos que sonhar

Fonte: Seixas, Rasmussen e Barreto (1979)

Para finalizar cada grupo deverá preparar uma apresentação em slide com as repostas das perguntas. Esta atividade deverá ser realizada nas salas de aula

criadas para as atividades em grupo, descritas na atividade 1 e serão apresentadas na atividade 3.

No tópico “dicas da Medusa” dessa atividade, a SD traz ao aluno o game “Little Alchemy 2”, que possui como objetivo entregar o poder de criação de materiais e produtos nas mãos dos alunos. Assim, o jogo com elementos básicos, como água e fogo, e, à medida que são conhecidos novos objetos, chegamos à origem da vida e do ser humano.

ATIVIDADE 3: ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO		
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	DE	1 aula / 50 minutos
OBJETIVOS		Incentivar a discussão em sala das interpretações dos alunos sobre os aspectos sociais, ambientais, científicos e tecnológicos representados pelas obras (charges e música) analisadas. Demonstrar a interdisciplinaridade do assunto.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DESSA ATIVIDADE	DE AC	organização informações (OI), classificação de informações (CI), seriação de informações (SI), levantamento de hipóteses (LH), justificativa (Jus) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM		Interativa, dialogada com indução a discussão e reflexão.
MATERIAL DE APOIO		Computador ou celular com acesso à Internet e sala de aula virtual.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

Para iniciar a atividade, serão enviados ao grupo de WhatsApp os links que permitem o acesso a sala de aula virtual e a página da web criada para essa atividade. Essa atividade se caracteriza como interdisciplinar pois contará com professores de outras disciplinas. Os grupos apresentarão suas repostas às perguntas e será promovida uma discussão sobre os aspectos sociais, ambientais, históricos (como o advento do Proálcool), científicos e tecnológicos representados pelas obras e mediadas por professores de química, geografia e história. Após as apresentações e discussões os alunos serão convidados novamente a registrar nos formulários do google sala de aula as respostas as mesmas perguntas realizadas na atividade anterior (Quais as diferenças observadas entre as visões dos artistas para o tema etanol como combustível?)

e qual sua interpretação sobre os aspectos abordados na letra da música em relação ao etanol?), acessando o link: encurtador.com.br/nENPT.

Os indicadores de AC serão avaliados a partir das respostas dos alunos registradas e análise das gravações. As opiniões dos professores envolvidos também serão registradas para utilização no projeto de pesquisa.

No tópico “dica da Medusa” dessa atividade, o aluno tem a opção de observar uma usina de etanol acessando o mapa Earth.

ATIVIDADE 4: VAMOS CONHECER O ETANOL?	
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	2 aulas/ 1h e 40 minutos
OBJETIVOS	Conhecer a substância etanol, sua fórmula, seus aspectos físicos e químicos e correlacionar com algumas de suas propriedades frente a água e gasolina.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DE AC DESSA ATIVIDADE	Raciocínio lógico (RL), raciocínio proporcional (RP), levantamento de hipóteses (LH), teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus), previsão (Pre) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM	Dialogada com a indução à realização de investigação e reflexão.
MATERIAL DE APOIO	Computador ou celular com acesso à internet, roteiro de aula experimental, água, gasolina comum, etanol, proveta, calculadora e sala de aula virtual. Obs.: os reagentes serão utilizados apenas pelo professor.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

Para dar início a atividade, serão enviados para o grupo de WhatsApp os links relativos à sala de aula virtual e a página da web criada para a atividade.

A atividade conta com experimentos que serão realizados pelo professor e visualizados pelos alunos. O acesso aos mesmos, será realizado a partir da página da web acessando ou acessando o link: <https://drive.google.com/file/d/11RF17P411c55MONXGT1Fnx2YKUiuxKCn/view>

Os alunos possuem acesso ao material com a explicação dos itens e procedimentos usados para o acompanhamento dos experimentos na página da

web. Previamente à realização de cada experimento o professor irá explicar o procedimento e normas de segurança que serão adotadas. Depois de realizado cada experimento, mostrados na tabela 12, os alunos irão para os grupos previamente criados e responderão às perguntas relacionadas. Os alunos deverão registrar as respostas e os cálculos no formulário criado na sala de aula virtual, acessando o link: encurtador.com.br/eEUX2

Tabela 12 - Experimentos sobre o Etanol e suas propriedades

Experimento	Procedimento	Perguntas a serem respondidas e registradas no diário de pesquisa	Conceito químico a ser trabalhado
1: Gelo na bebida e pesquisa sobre a cor da gasolina.	Foi preparada uma forma de gelo com água contendo várias gotas de corante alimentício, até se obter uma cor intensa. Foram preparados dois copos enchendo-os até a metade, um com água e outro com etanol. Foram colocados um cubo com gelo em cada um e o resultado observado. Foi adicionado um pouco de água ao copo contendo o gelo em álcool.	Quando colocamos o cubo com gelo em água e etanol separados, quais são as diferenças observadas? Explique com base nos conceitos de densidade. Realizar uma pesquisa sobre a cor da gasolina.	Densidade.
2: Miscibilidade e do etanol em água	Em um mesmo recipiente, foram acrescentados os volumes de água e etanol usados do experimento 1.	Água e etanol são completamente miscíveis? Explique o que observou baseado em conceitos químicos.	Interações intermoleculares
3: Miscibilidade do etanol em gasolina	Foram misturados 10 ml de etanol com 10 ml de gasolina.	Gasolina e etanol são completamente miscíveis? Explique o que observou baseado em conceitos químicos	Interações intermoleculares
4: Determinação do teor de Etanol na Gasolina	Foram acrescentados 50 ml de água e 50 ml de gasolina em uma proveta.	Para que fase o etanol se desloca? Explique. Qual o teor de etanol na gasolina? Quantos litros de etanol estariam presentes em 250000 litros de gasolina	Conceitos de proporcionalidade e Interações intermoleculares.

		vendas nos postos de combustível? Fazer os cálculos demonstrando o raciocínio utilizado.	
--	--	---	--

No tópico “dicas da Medusa” dessa atividade os alunos serão convidados a assistir uma animação sobre produção de açúcar e etanol e depois, utilizando o app “Stop Motion”, aprenderão a criar a sua própria animação. Os links de acesso ao vídeo e ao app estão disponíveis na página da web disponibilizada para essa atividade.

ATIVIDADE 5: ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO		
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	DE	1 aula/ 50 minutos
OBJETIVOS		Comparar e discutir as respostas fornecidas na atividade 4 com as apresentações dos grupos tendo o propósito de incentivar os indicadores de AC. Reforçar os conceitos químicos e suas correlações com as propriedades do etanol.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DESSA ATIVIDADE	DE AC	Teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus), previsão (Pre) e explicação (Exp), raciocínio lógico (RL), raciocínio proporcional (RP).
TIPO DE ABORDAGEM		Dialogada e explicativa com indução a discussão.
MATERIAL DE APOIO		Computador ou celular com acesso à internet e sala de aula virtual.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

Os alunos receberão no grupo de WhatsApp os links relativos ao acesso da sala de aula virtual e da página da web criada para essa atividade.

Os grupos deverão apresentar as respostas às perguntas feitas na aula anterior e o resultado da pesquisa sobre a cor da gasolina. O professor de química será mediador das discussões relacionando os conceitos trabalhados às respostas esperadas utilizando slides que relacionam os conteúdos de forças intermoleculares, viscosidade, pressão de vapor e cor. Ao final das apresentações e das discussões os alunos deverão responder novamente nos formulários criados na sala de aula virtual, as perguntas que eles já haviam respondido na atividade 4 com o propósito de identificar a evolução do

conhecimento e os indicadores de alfabetização científica, acessando o link: <https://classroom.google.com/c/MTIxNjEwNzc5NjMz/a/MTIxNjI0OTg1NjY0/details>.

No tópico “dicas da Medusa” dessa atividade, o aluno é convidado a conhecer a ferramenta Stripcreator, que auxilia na produção de histórias em quadrinhos e fornece ao aluno personagens em inúmeras categorias, que incluem animais, pessoas das mais diversas estaturas e etnias, alienígenas, personagens engraçados e mitológicos. O aluno poderá assistir também a um vídeo presente no youtube que traz as diferenças entre tirinhas, HQ'S e charges. Os links para acesso ao vídeo e a ferramenta estão inseridos na página da web relativa a atividade.

ATIVIDADE 6: CONHECENDO A FERMENTAÇÃO	
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	1 aula/50 minutos
OBJETIVOS	Conhecer os aspectos químicos e científicos envolvidos na produção do etanol.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DE AC DESSA ATIVIDADE	Raciocínio lógico (RL), raciocínio proporcional (RP), levantamento de hipóteses (LH), teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus), previsão (Pre) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM	Dialogada com indução a investigação científica.
MATERIAL DE APOIO	Computador ou celular com acesso à internet e sala de aula virtual.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

Os alunos receberão no grupo de WhatsApp os links para acesso à sala de aula virtual e a página da web criada para a atividade. Na descrição, o professor irá orientá-los a acessar o link: https://drive.google.com/file/d/1_wcflpMC4LVVX4iMI9X7TileXjkEhB3N/view?usp=drivesdk e acompanharão o experimento realizado pelo professor.

Finalizado o experimento, o sistema ficará em repouso durante 30 minutos e os alunos deverão, durante esse tempo, registrar as mudanças ocorridas nos formulários criados na sala de aula virtual dos grupos, além de fazer uma pesquisa acerca da reação ocorrida no processo.

Após os 30 minutos, a discussão em relação ao experimento será retomada com as seguintes perguntas:

O experimento demonstrou um fenômeno químico ou físico? Qual ou quais mudanças evidenciaram esse fenômeno?

Quais as mudanças ocorridas no sistema reacional?

O material para acompanhamento do experimento da atividade 6 está apresentado abaixo:

Introdução:

O principal método de produção do etanol é por meio da fermentação do melaço da cana-de-açúcar. Essa fermentação é realizada por micro-organismos, principalmente leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, que, na presença da sacarose (açúcar), elaboram uma enzima chamada de invertase que atua como catalisadora da reação de hidrólise da sacarose, transformando-a em glicose e frutose. Depois o micro-organismo elabora outra enzima, a zimase, que catalisa a transformação da glicose e da frutose em etanol.

Procedimento:

1. O fermento biológico será dissolvido em água morna;
2. Será acrescentado o caldo de cana (garapa) e o sistema ficará em repouso por 30 minutos.
3. Registrar as mudanças ocorridas no formulário criado no google sala de aula além de fazer uma pesquisa acerca da reação ocorrida no processo e sua representação.
4. Após os 30 minutos, a discussão em relação ao experimento será retomada com as seguintes perguntas:

Pergunta 1: O experimento demonstrou um fenômeno químico ou físico? Qual ou quais mudanças evidenciaram esse fenômeno?

Pergunta 2: Quais as mudanças ocorridas no sistema reacional?

As repostas deverão ser registradas no formulário criado na sala de aula virtual e retomadas na atividade 7 para discussão, acessando o link: <https://classroom.google.com/c/MTIxNjEwNzc5NjMz/a/MTIxNjY1MTM0Nzc0/details>.

No tópico “dicas da Medusa” dessa atividade, o aluno é convidado a realizar um tour virtual em uma exposição com o tema: “Cadê a Química?”. Esta exposição esteve em cartaz de 16 de dezembro de 2011 a 24 de junho de 2012 na casa de ciência, na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ATIVIDADE 7: O ETANOL E SUAS RELAÇÕES COM O MEIO AMBIENTE E OUTROS COMBUSTÍVEIS	
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	2 aulas/1h e 40 minutos.
OBJETIVOS	Relacionar a produção de etanol com os efeitos positivos e negativos no meio ambiente. Comparar, em termos de poluição atmosférica, a combustão do etanol, da gasolina e do diesel.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DESSA ATIVIDADE	Raciocínio lógico (RL), raciocínio proporcional (RP), levantamento de hipóteses (LH), teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM	Dialogada e descritiva com indução a investigação científica.
MATERIAL DE APOIO	Computador ou celular com acesso à internet e sala de aula online.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 7:

Os alunos receberão no grupo de WhatsApp os links para acesso à sala de aula virtual e a página da web criada para a atividade. A atividade será dividida em duas partes:

Parte 1: Os alunos serão convidados a realizar uma pesquisa, com duração de 30 minutos, sobre os impactos ambientais da produção de etanol. Para orientar a pesquisa os alunos deverão responder as perguntas e registrar no formulário criado na sala de aula virtual, acessando o link: <https://classroom.google.com/c/MTIxNjEwNzc5NjMz/a/MTIxNjY1MTM0ODA1/details>.

Qual a relação entre a quantidade, em volume, de etanol produzido e a área cultivada com cana-de-açúcar?

Quais as consequências ambientais da produção de etanol no Brasil?

O etanol pode ser considerado, do ponto de vista sustentável, como uma boa alternativa a gasolina?

Parte 2: Os alunos assistirão a um vídeo com duração de 8 minutos sobre mudanças climáticas, disponível no endereço eletrônico: <http://educaclima.mma.gov.br/mudanca-do-clima/> e pesquisarão, com o auxílio da internet, sobre reações de combustão de completa e incompleta dos combustíveis etanol, gasolina e diesel. Para orientar a pesquisa os alunos deverão responder as perguntas e registrar no diário de pesquisa, acessando o link: encurtador.com.br/eLP78.

Qual dos três combustíveis, gasolina, etanol e diesel, libera por litro de combustível queimado, na reação de combustão completa, maior quantidade de dióxido de carbono?

Quais características levam um combustível a ser classificado como renovável?

As pesquisas das partes 1 e 2 da atividade deverão ser apresentadas e discutidas durante a aula. Os professores de Química e Geografia serão os mediadores da discussão e deverão apresentar, de forma crítica, as vantagens e desvantagens da produção de etanol no Brasil, bem como os aspectos químicos envolvidos nas reações de combustão.

ATIVIDADE 8: DESTILAÇÃO DO ETANOL	
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	2 aulas/1h e 40 minutos.
OBJETIVOS	Conhecer os processos físicos e químicos envolvidos na produção do etanol a partir da garapa (continuação a atividade 6).
EXPECTATIVA DE INDICADORES DE AC DESSA ATIVIDADE	Raciocínio lógico (RL), raciocínio proporcional (RP), levantamento de hipóteses (LH), teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus), previsão (Pre) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM	Dialogada e explicativa com indução a investigação científica
MATERIAL DE APOIO	Formulário da sala de aula online, reagentes, material de laboratório. Obs.: os reagentes e materiais de laboratório serão utilizados apenas pelo professor.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

Os alunos receberão no grupo de WhatsApp os links para acesso à sala de aula virtual e a página da web criada para a atividade. A atividade 8 é uma complementação da atividade 6. Os alunos receberão um material para acompanhar a atividade experimental, descrita abaixo, para dar prosseguimento ao experimento da produção de etanol. O material é baseado no trabalho publicado por Pedreira *et al.* (2012). O professor abordará novamente as regras de segurança do laboratório. Na atividade os alunos deverão analisar o processo de destilação usado para separar o etanol dos demais componentes da mistura e analisar os fenômenos químicos e físicos ocorridos ao longo de todo o experimento. Todo o processo experimental será realizado pelo professor e os alunos acompanharão pela sala de aula virtual ou o poderá ser feita a reprodução do vídeo presente no link: encurtador.com.br/HJ134.

Material para acompanhamento da atividade experimental:

Introdução

A destilação é um processo físico de separação de misturas homogêneas. Essa técnica é uma das mais aplicadas em laboratórios de Química e baseia-se na diferença de temperatura de ebulição entre as substâncias que compõem a mistura.

Procedimento

- 1: Foi realizado um furo pequeno na lateral inferior da garrafa pet de 500 mL para passagem da mangueira que foi introduzida pelo gargalo, o furo foi vedado com cola epóxi.
- 2: Foi conectada a mangueira no vidro de leite de coco e para não perder os vapores da substância a ser destilada, utilizar uma borracha de sandália tipo havaiana, que será cortada no diâmetro do gargalo para vedar o sistema.
- 3: Em seguida um furo central de mesmo diâmetro da mangueira, que foi inserida na garrafa por meio da borracha.
- 4: Foi Adicionada na garrafa de leite de coco a mistura a ser destilada.
- 5: O algodão foi molhado com etanol e acesso.

Figura 19 - Esquema representativo do experimento de produção de etanol:



Fonte: própria autoria (2020)

Durante a realização do experimento, o professor de Química abordará os conceitos de destilação, processos físicos e químicos, ponto de ebulição, forças intermoleculares e misturas azeotrópicas.

No tópico “dicas da Medusa” dessa atividade, o aluno é convidado a criar sua própria plantação de cana de açúcar, utilizando o game “Farming Simulator”, em que o jogador pode comandar tratores, colheitadeiras e têm desafios de entregar plantações com o melhor preço, além de encontrar vários objetos perdidos. A dica conta ainda com um vídeo que mostra o tutorial do game.

ATIVIDADE 9: VÍDEO SOBRE PROCESSO PRODUTIVO DO ETANOL		
NÚMERO AULAS/TEMPO	DE	Duração do vídeo: 14 minutos. Tempo para que os alunos respondam as perguntas: 35 minutos.
OBJETIVOS		Promover maior interação dos estudantes com a sociedade, meio ambiente e a tecnologia envolvida na

		produção do etanol. Demonstrar para os estudantes a transferência entre conhecimento científico e desenvolvimento tecnológico.
EXPECTATIVA DE DESSA ATIVIDADE	DE AC	Raciocínio lógico (RL), raciocínio proporcional (RP), levantamento de hipóteses (LH), teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus), previsão (Pre) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM		Dialogada com indução a investigação.
MATERIAL DE APOIO		Sala de aula online, computador ou celular com acesso à internet.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 9:

Os alunos receberão no grupo de WhatsApp os links para acesso à sala de aula virtual e a página da web criada para a atividade. Para a realização da atividade será mostrado um vídeo, cujo link já está inserido na página da web, com duração de 14 minutos. O vídeo foi elaborado pela Usina de Santa Terezinha, localizada no Paraná, com sede na cidade de Maringá e mostra em seu início o plantio da cana-de-açúcar e todas as etapas envolvidas na colheita e transporte para a usina. Após assistirem a parte que envolve áreas plantadas, os alunos conhecerão a área industrial, onde todos os processos envolvidos na produção do etanol serão mostrados, sempre com associações as outras atividades já realizadas na SD. Se ao final do vídeo existir a necessidade de rever algum trecho importante, o professor retomará o vídeo trazendo, sem necessário, contribuições que facilitem o entendimento do mesmo. Ao final do vídeo, os alunos serão convidados a responder no formulário as seguintes perguntas, acessando o link: encurtador.com.br/klpyV.

Qual sua percepção sobre a usina em termos ambientais e sociais?

Quais aspectos científicos verificados nos experimentos realizados ao longo da SD você observou em forma de tecnologia na usina? Faça uma correlação entre os experimentos realizados na sala de aula virtual e o que você observou no vídeo da usina.

No tópico “dicas da Medusa”, o aluno é convidado a produzir uma animação sobre o processo de industrialização do etanol utilizando a ferramenta “Animaker”. O propósito para essa dica é de dar continuidade a dica da atividade 8, onde o aluno aprendeu a criar sua própria plantação de cana-de-açúcar.

ATIVIDADE 10: APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO	
NÚMERO DE AULAS:	1 h e 40 minutos/ 2 aulas
OBJETIVOS	Dar ao aluno visibilidade para o processo de aprendizagem pelo qual passou. Apresentar o trabalho produzido na SD para a comunidade escolar. Avaliar o resultado da aplicação dos conhecimentos adquiridos em termos de CTSA e AC. Avaliar de forma lúdica e sem indução com perguntas ou roteiros de que forma a SD os transformou do ponto de vista de criticidade.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DESSA ATIVIDADE	Seriação de informação (SI), organização de informações (OI), levantamento de hipóteses (LH), teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus), previsão (Pre) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM	Dialogada com indução a reflexão.
MATERIAL DE APOIO	Sala de aula online e internet.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 10:

Os alunos receberão no grupo de WhatsApp os links para acesso à sala de aula virtual e a página da web criada para a atividade. A turma será dividida em 3 grupos e os mesmos apresentarão, cada um, uma das atividades que serão propostas. Os grupos não necessitam ser os mesmos das atividades anteriores.

Atividade 1: Produção de uma HQ envolvendo os aspectos sociais e ambientais relacionados ao tema da SD.

A atividade deverá envolver aspectos ambientais e sociais envolvidos nos processos produtivos do Etanol. Como sugestão para a abordagem na atividade, alguns assuntos atuais sobre o etanol serão sugeridos, tais como: produção de álcool em gel e tecnologia envolvida na produção do etanol de 3º geração. Na página da web da referida atividade o aluno é orientado a utilizar a ferramenta “Pixton” e assistir a um vídeo sobre as orientações para melhor utilização da ferramenta que irá auxiliá-lo na elaboração da atividade. Outra ação visando a atividade 10 é assistir novamente as dicas da Medusa da atividade 5.

Atividade 2: Produção de uma animação envolvendo os aspectos científicos e tecnológicos do tema etanol.

A atividade deverá envolver aspectos científicos e tecnológicos da produção do etanol. A página da web da atividade, conta com um vídeo que, em forma de tutorial, mostra a utilização da ferramenta Powtoon, que será utilizada para a elaboração da atividade. Outra ação importante é assistir novamente as dicas da Medusa das atividades 4 e 5.

Atividade 3: Produção de uma podcast envolvendo os aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais sobre o tema etanol.

A atividade deverá envolver aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais da produção do etanol.

Para auxiliar os alunos na elaboração da atividade, consta na página da web criada para a atividade um vídeo que mostra o passo a passo da instalação e da utilização da ferramenta Audacity, que será utilizada para a produção do podcast. Cada atividade será apresentada em um dia diferente. As atividades serão registradas por meio de gravações, verificação dos comentários dos participantes no Chat e anotações, por parte do professor pesquisador.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 VALIDAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Segundo Guimarães e Giordan (2013), a SD é validada em um processo que promove o desenvolvimento profissional do professor, visto que a definição dos conteúdos, identificação das condições de ensino e a seleção de dinâmicas e metodologias se materializam segundo um objeto de ensino. O produto desta atuação profissional do professor é o instrumento mediador (uma SD neste caso) do processo de ensino-aprendizagem que se deseja consolidar. Afirmam ainda que SD são também instrumentos desencadeadores das ações e operações da prática docente em sala de aula. As presentes SDs foram construídas com base no processo EAR (elaboração, aplicação e reelaboração), que segundo Guimarães e Giordan (2013) se consolida por meio de análises sistematizadas e avaliações consecutivas de cada uma de suas fases. O instrumento de análise

da SD foi dividido em seis grupos A, B, C, D, E, F e, no caso da SD no formato remoto, foi incluído o grupo G. Os grupos A, B, C e D são elementos estruturantes de uma SD segundo Guimarães e Giordan (2011). O Grupo E trata das dimensões e dos indicadores de Abordagem CTSA segundo Fernandes, Pires e Villamanam (2014), o Grupo F trata de dimensões e dos Indicadores de Alfabetização Científica segundo Saserron e Carvalho (2011) e o grupo G trata do potencial da SD em relação as estratégias de acionamento do interesse dos alunos no contexto remoto.

Grupo A - Estrutura e Organização: este grupo de análise está dividido em quatro itens de avaliação. Tem como função avaliar aspectos de apresentação das SD, desta forma faz-se necessário a observância dos elementos organizacionais, de redação, clareza linguística, componente temporal e adequação da bibliografia indicada. Os itens de avaliação estão representados na tabela 13:

Tabela 13 - Itens - Estrutura e Organização

A1. Qualidade e originalidade da SD e sua articulação com os temas da disciplina: Neste item deve-se avaliar se a SD é original, inovadora e se os conteúdos abordados compõem o currículo de química.
A2. Clareza e inteligibilidade da proposta: Neste item deve-se avaliar se a SD tem uma redação clara e direta, contendo todas as explicações necessárias para seu desenvolvimento.
A3. Adequação do tempo segundo as atividades propostas: Neste item é necessário avaliar se o tempo designado é condizente com as atividades e metodologias elencadas
A4. Referencial Teórico/Bibliografia: Neste item é necessário avaliar se referencial de pesquisa está adequado à proposta, ao tema e aos conteúdos propostos.

Fonte: Guimarães e Giordan (2011)

Grupo B – Problematização: é por meio da problematização que a formulação dos problemas devem ser construídos o que, por sua vez, gera a necessidade de trabalhar um novo conceito evidenciando o emprego dos conteúdos para compreensão da problemática levantada e da realidade, o que acaba por promover a apropriação dos conhecimentos ao se buscar resolver tais problemas. Sendo a problematização o foco em torno do qual os elementos que compõe a SD devem se articular, este é o grupo que possui maior relevância. Para este quesito devem-se observar os seguintes itens de análise, conforme tabela 14:

Tabela 14 - Itens – Problematização

B1. A Problematização: Neste item é necessário avaliar se a escolha e a forma da problematização foram construídas segundo a temática proposta, se é contextualizada, se é atual e principalmente e se motiva os estudantes a participação das atividades que compõem a SD.
B2. Coerência Interna da SD: Neste item a deve-se avaliar se a estrutura da problematização se conecta aos diversos elementos de ensino que constituem a SD.
B3. A problemática nas perspectivas Social/Científica: Neste item é necessário avaliar se a problematização, conforme apresentada, fornece elementos para análise de situações sociais sob a perspectiva científica? A problematização apresentada aos estudantes faz parte da realidade social e/ou do seu cotidiano vivencial? É estabelecida claramente a relação entre a sociedade, a Ciência e as implicações sociais do tema?
B4. Articulação entre os conceitos e a problematização: Neste item é necessário avaliar se existe uma estreita relação entre a problematização da sequência didática e os conceitos trabalhados.
B5. Contextualização do problema: Neste item pretende-se avaliar se o contexto está imerso na abordagem que se propõe ao problema. Desta forma, a contextualização deve promover um melhor entendimento do problema e conseqüentemente uma melhor solução.
B6. O problema e sua resolução: Ainda que se apresente um problema aberto, espera-se que sua resolução ou possibilidades de resolução sejam apresentadas ou desenvolvidas no decorrer das aulas e que este exercício de busca coletiva na resolução de tais questionamentos além de envolver e motivar também construa significados científicos. Desta forma se faz necessário que as conclusões alcançadas se vinculem diretamente ao problema proposto e, portanto, neste item deve se avaliar se a SD proposta apresenta métodos e as abordagens para se alcançar tal resolução.

Fonte: Guimarães e Giordam (2011)

Grupo C – Conteúdos e Conceitos: aprendizagem conforme entendido nesta avaliação não se limita aos conteúdos, mas, em uma perspectiva mais ampla, abrange tudo aquilo que se deve aprender para que se alcancem os objetivos educacionais propostos, englobando as capacidades cognitivas e também as demais capacidades. Os itens avaliados estão dispostos na tabela 15:

Tabela 15 - Itens – Conteúdos e Conceitos

C1. Objetivos e Conteúdos: Neste item é necessário avaliar se os objetivos são claramente informados e se vinculam com a problemática e os conceitos apresentados e se estão efetivamente direcionados a aprendizagem dos conteúdos e conceitos propostos.
C2. Conhecimentos Conceituais, Procedimentos e Atitudinais: Neste item é necessário avaliar se as atividades e conteúdos propostos são suficientes para que se alcancem os objetivos elencados, ou seja, o que se faz está em acordo com o que se pretende.
C3. Conhecimento Coloquial e Científico: Neste item pretende-se que a contextualização apresentada constitua ponto de partida para o desenvolvimento de

um conteúdo científico que sirva como elemento explicativo de determinada situação ou mesmo como potencial agente solucionador da problemática social.
--

C4. Organização Encadeamento dos Conteúdos: Este item se refere tanto em avaliar se os conteúdos são encadeados de forma lógica e gradativa e se os conteúdos a serem desenvolvidos são condizentes com o número de aulas.

C5. Tema, Fenômeno, Conceitos: Pretende-se avaliar aqui se os conceitos desenvolvidos pela SD fornecem elementos para a discussão do fenômeno proposto segundo o tema de ensino. Se faz sentido trabalhar tal tema segundo organização apresentada na busca de responder a problemática construída.
--

Fonte: Guimarães e Giordam (2011)

Grupo D – Método de Ensino e Avaliação: as metodologias de Ensino e Avaliação utilizadas no desenvolvimento de uma atividade de ensino tem caráter primordial, porque é principalmente através delas e de seu desenvolvimento que as situações de aprendizagem se estabelecem e os agentes do processo ensino-aprendizagem (aluno professor e conhecimento) se inter-relacionam. Nesse sentido, pretendeu-se com esta dimensão de análise avaliar como essas metodologias promovem a aprendizagem dos alunos e conseqüentemente como os objetivos da SD podem ser alcançados, conforme tabela 16:

Tabela 16 - Itens - Método de Ensino e Avaliação

D1. Aspectos Metodológicos: Avaliar neste item se os aspectos metodológicos são adequados e suficientes para alcançar os objetivos planejados. Verificar também se as estratégias didáticas são diversificadas e apropriadas para o desenvolvimento da problemática proposta.
--

D2. Organização das atividades e contextualização: Neste item é necessário verificar se as atividades estão devidamente apresentadas aos alunos e se promovem, em consequência, a contextualização dos conteúdos a serem aprendidos.

D3. Métodos de avaliação: Neste item é analisado como se avalia na SD se o(s) instrumento(s) de avaliação propostos são adequados e suficientes às metodologias apresentadas.

D4. Avaliação integradora: Deve-se verificar se a avaliação é integrada ao longo da SD, ou seja, avalia-se todo o percurso do estudante.

D5. Feedback de Avaliação: Quando a avaliação possui objetivo formativo os resultados desta avaliação servem de informação para compreender os avanços alcançados, as dificuldades enfrentadas pelos alunos e estabelecer as atitudes a serem tomadas. Portanto, observar com este critério de análise se existem instrumentos de feedback para os estudantes dos resultados obtidos nas avaliações.

Fonte: Guimarães e Giordam (2011)

Grupo E – Abordagem CTSA: neste grupo de análise, pretendeu-se avaliar se a abordagem CTSA está sendo seguida de maneira apropriada nesta SD. Para

isso, o instrumento de avaliação foi dividido em três dimensões com os seguintes indicadores apresentados nas tabelas 17, 18 e 19:

E1 - Dimensões Finalidades:

Tabela 17 - Indicadores da Dimensão Finalidades]

E.1.1 A SD propõe o desenvolvimento de procedimentos científicos (observar, inferir, classificar, explicar, relacionar), a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico.
E.1.2 Fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivos.
E.1.3 Promove o desenvolvimento de decisões conscientes, informadas e argumentadas face às consequências da ação humana no ambiente e promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente.

Fonte: adaptado de Fernades, Pires e Villamanam (2014)

E.2 – Dimensão Conhecimento:

Tabela 18 - Indicadores da Dimensão Conhecimento

E.2.1 Sugere uma abordagem contextualizada de temas atuais, relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos, com o seu dia-a-dia e propõe a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social.
E.2.2 Sugere situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas (questões éticas, desigualdades socioculturais). Aborda as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, bem como os seus impactos na sociedade e no ambiente.
E.2.3 Evidencia as relações recíprocas entre a ciência e a tecnologia e as mudanças nas condições de vida das pessoas (hábitos, estilo de vida, criação de novos recursos, etc.). Enfatiza os impactos na sociedade e no ambiente devido a avanços científico-tecnológicos.
E.2.4 Privilegia a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA.
E.2.5 Apresenta dados relacionados com a natureza e a história da ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos; Apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática.
E.2.6 Informa acerca do trabalho e função do cientista, bem como de possíveis pressões sociais, políticas, religiosas ou econômicas que pode sofrer.

Fonte: adaptado de Fernades, Pires e Villamanam (2014)

E.3 – Dimensão Procedimento:

Tabela 19 - Indicadores da Dimensão Procedimento

E.3.1 Incentiva o aluno para a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula.

E.3.2 Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo para se explorar as relações CTSA.
--

E.3.3 Envolve ativamente o aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA.

Fonte: adaptado de Fernades, Pires e Villamanam (2014)

Grupo F – Avaliação da Promoção da Alfabetização Científica: neste grupo de análise pretendemos avaliar se a SD tem potencial para promover a alfabetização científica a partir de seus indicadores. Para isso, o grupo foi dividido em três dimensões com seus respectivos indicadores, conforme tabelas 20, 21 e 22:

F1 – Dimensão Trabalho com Dados:

Tabela 20 - Indicadores da Dimensão Trabalho com Dados

F.1.1 As atividades 2, 3, 5, 6 e 7 propostas são capazes de proporcionar o indicador Seriação de informações (SI) que necessariamente não prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados. Deve surgir quando se almeja o estabelecimento de bases para a ação.
--

F.1.2 As Atividades propostas 2, 3, 5, 6 e 7 são capazes de proporcionar o indicador Organização de informações (OI) que ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado. Este indicador pode ser vislumbrado quando se busca mostrar um arranjo para informações novas ou já elencadas anteriormente. Por isso, este indicador pode surgir tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão.

F.1.3 As Atividades propostas são capazes de proporcionar o indicador Classificação de informações (CI) que ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas. Constitui-se em um momento de ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando procurando uma relação entre eles.
--

Fonte: adaptado de Sasseron e Carvalho (2011)

F2 – Dimensão Estruturação do Pensamento:

Tabela 21 - Indicadores da Dimensão Estruturação do Pensamento

F.2.1 As atividades 4, 6, 8 e 9 propostas são capazes de proporcionar o indicador Raciocínio lógico (RL) que compreende o modo de como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionada à forma como o pensamento é exposto.

F.2.2 As atividades 4, 6, 8 e 9 propostas são capazes de proporcionar o indicador Raciocínio proporcional (RP) que dá conta de mostrar como se estrutura o
--

pensamento, e refere-se também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.

Fonte: adaptado de Sasseron e Carvalho (2011)

F3 – Dimensão Entendimento da Situação Analisada:

Tabela 22 - Indicadores da Dimensão Entendimento da Situação Analisada

F.3.1 As atividades 2, 4, 6, 7 e 8 propostas são capazes de proporcionar o indicador Levantamento de hipóteses (LH) que aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto da forma de uma afirmação como sendo uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema).
F.3.2 As atividades 3, 5, 7, 9 e 10 propostas são capazes de proporcionar o indicador teste de hipóteses (TH) que concerne nas etapas em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.
F.3.3 As atividades propostas 3, 5, 7, 8 e 9 são capazes de proporcionar o indicador Justificativa (JUS) que aparece quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto, isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura.
F.3.4 As atividades 3, 5 e 7 propostas são capazes de proporcionar o indicador Previsão (Pre) que é explicitado e quando se prevê uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
F.3.5 As atividades 3, 5, 7, 8 e 9 propostas são capazes de proporcionar o indicador Explicação (Exp) que surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação sucede uma justificativa para o problema, mas é possível encontrar explicações que não se recebem estas garantias.

Fonte: adaptado de Sasseron e Carvalho (2011)

O grupo G, estratégias de acionamento do interesse dos alunos no contexto remoto, será avaliado apenas na SD no formato remoto, uma vez que se não aplica ao formato presencial.

Grupo G – Estratégias de acionamento do interesse dos alunos no contexto remoto: neste grupo de análise, pretendemos avaliar se o projeto tem potencial para promover a aprendizagem dos discentes, visto o momento pandêmico vivenciado por todos. Para isso, o grupo foi dividido em cinco estratégia de ensino, conforme tabela 23:

Tabela 23 - Estratégias de acionamento do interesse dos alunos no contexto

remoto:

G.1 A utilização do grupo de WhatsApp para divulgação das atividades é uma boa estratégia?
G.2 A utilização de página criadas na Web é uma boa estratégia para aplicação da SD no modelo online.
G.3 A utilização de um formulário logo após as atividades é uma boa estratégia para que os discentes selecionem os principais pontos de aprendizagem.
G.4 A experimentação com materiais cotidianos é uma boa estratégia para relacionar os conceitos com a prática?
G.5 A utilização de assistentes virtuais é uma boa estratégia para atrair a atenção dos alunos?

Fonte: própria autoria (2020).

Para cada item ou indicador avaliativo da SD, o avaliador deveria atribuir um conceito: Insuficiente (I), Suficiente (S) e Mais que Suficiente (MS). No que se refere ao entendimento de tais parâmetros, o conceito Insuficiente deve ser escolhido quando houver pouca ou nenhuma relação da SD com as questões associadas ao item; Suficiente quando os critérios forem atendidos basicamente e mais que suficiente se existir alta relação entre o item avaliativo e a proposta apresentada na SD. Ao final das validações da SD, no campo observações, é solicitado que o avaliador justifique os maiores e menores valores de suficiência atribuídos aos critérios de avaliação evidenciando os pontos fortes e fracos das SD e que forneça sugestões de mudanças para minimizar os pontos fracos evidenciados por ele. Os grupos A, B, C, D, E e F presentes no instrumento de validação utilizado foram os mesmos para as duas SD e estão demonstrados no (APÊNDICE K). Todavia, a SD no formato remoto possui o grupo adicional G, demonstrado no (APÊNDICE L).

5.2 RESULTADOS DA VALIDAÇÃO

5.2.1 SD no formato presencial

A validação da SD ocorreu em dois momentos. No primeiro momento, com o grupo formado por especialistas e pares e, no segundo momento, com o grupo formado pelos estudantes do curso de Licenciatura em química do Ifes. A

validação ocorreu no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), em Via Velha, no dia 9 de março de 2020, conforme mostram as fotos 3 e 4:

Foto 3 – Validação da SD:



Fonte: própria autoria (2020)

Foto 4 - Validação da SD:



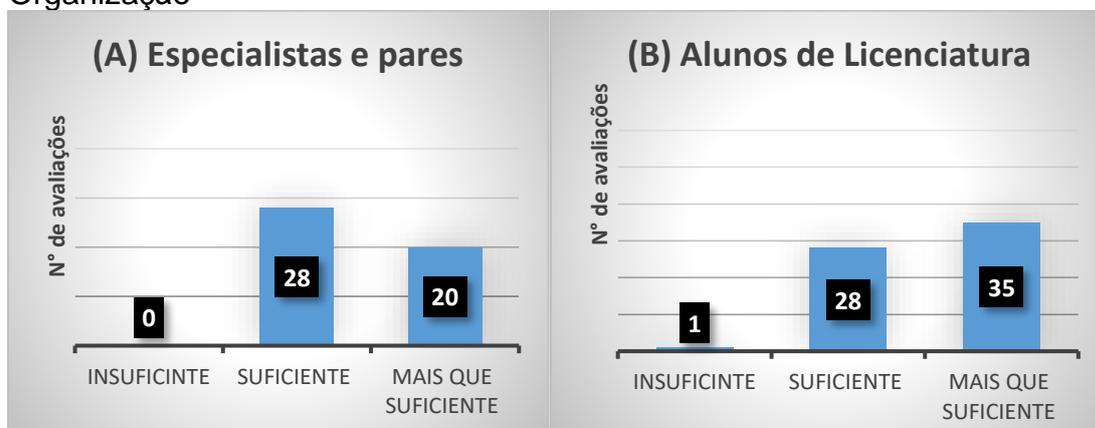
Fonte: própria autoria (2020)

Os gráficos a seguir mostram os resultados obtidos na validação da SD para todos os grupos avaliados.

A – Estrutura e Organização: Itens A1, A2, A3 e A4:

Em relação à dimensão estrutura e organização foram avaliados 4 itens, totalizando para os especialistas e pares 48 avaliações e para os estudantes de licenciatura 64 avaliações. O gráfico 4 mostra os resultados obtidos para essa dimensão.

Gráfico 4 - Resultado da validação em relação a dimensão Estrutura e Organização



Fonte: própria autoria (2020)

Em relação à dimensão estrutura e organização da SD, ficou demonstrado pela análise dos resultados da validação que a maioria dos avaliadores consideram que essa dimensão está representada na SD de maneira mais que suficiente e suficiente. Apenas um avaliador do grupo dos alunos de licenciatura avalia como insuficiente essa dimensão. Este resultado insuficiente no Grupo A, dimensão Estrutura e Organização, foi observado apenas para o indicador A3 (Adequação ao tempo segundo as atividades propostas), como pode ser observado no gráfico 5:

Gráfico 5 - Resultado da validação para o item adequação ao tempo segundo as atividades propostas segundo avaliação dos alunos de licenciatura (A3):



Fonte: própria autoria (2020)

O resultado observado indicou que é necessário adequar o tempo da SD principalmente na atividade 6 (Produção de Etanol), como pode ser observado no comentário de um avaliador do grupo dos alunos de licenciatura:

Avaliador 1:

A atividade 6, produção de Etanol, não deve conter o tempo de espera e visualização de 5 dias para a fermentação. Sugestão: menor tempo de espera, pois a reação é rápida”

Na atividade 6, ocorrerá o processo de fermentação e o tempo proposto para esse procedimento foi inicialmente de 5 dias. Após a validação, foi verificado que o tempo pode ser reduzido para 30 minutos. E para isso, será proposto ao final do experimento, que a solução resultante da fermentação seja congelada até o dia de início da atividade 8, em que ocorrerá processo de destilação, que consiste na continuação da atividade experimental iniciada na atividade 6. Outro comentário importante na validação foi feito por dois especialistas:

Avaliadores 2 e 3:

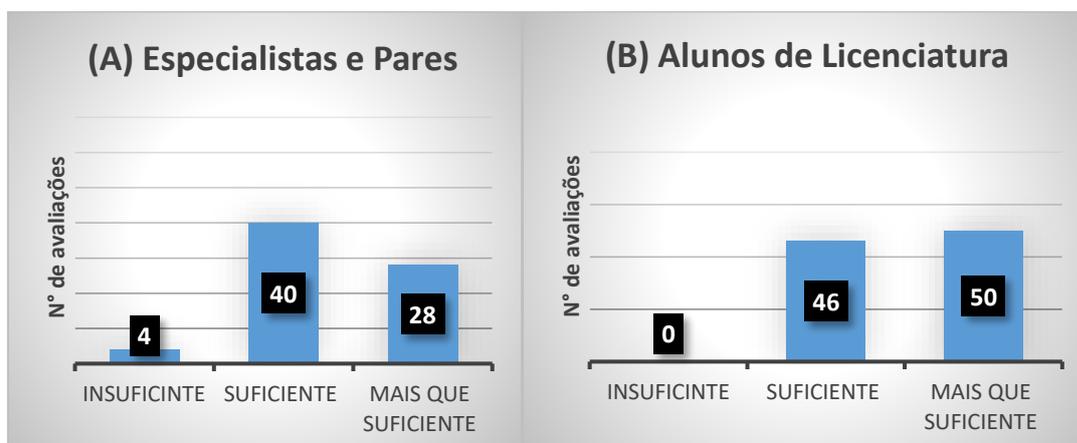
“Todas as atividades experimentais da SD devem ser realizadas com a utilização de luvas, óculos e máscaras de proteção.”

Devido aos comentários os roteiros experimentais utilizados foram modificados com a inclusão do item que traz a obrigatoriedade do uso de equipamentos de segurança individual (EPI) indicados.

B – Problematização: Indicadores B1, B2, B3, B4, B5 e B6:

Para essa dimensão foram avaliados 6 itens, totalizando 96 avaliações dos alunos de licenciatura e 72 avaliações dos especialistas e pares, conforme apresentado no gráfico 6:

Gráfico 6 - Resultado da validação em relação a dimensão problematização



Fonte: própria autoria (2020)

Na problematização, segundo a validação de 4 professores, dos quais 2 fizeram comentários sobre a avaliação, a SD mostrou insuficiência no Item A.3 (Problemática nas perspectivas Social/ Científica), conforme apresentado no gráfico 7.

Gráfico 7 - Resultado da validação do item Problemática nas perspectivas Social/ Científica segundo avaliação dos especialistas e pares (A3):



Fonte: própria autoria (2020)

Segundo o avaliador 4:

A SD deve incluir nas atividades um maior aprofundamento em aspectos ambientais e sociais.”

Com base no comentário do avaliador 4, concluiu-se que a insuficiência em relação a aspectos sociais e ambientais não estavam presentes na problematização e sim em outras atividades da SD, uma vez que a mesma enfatiza de forma clara aspectos sociais (música 1 e figura 13) e ambientais (figura 14). A problematização visa estimular os alunos a questionarem esses aspectos que, no desenrolar da SD, serão trabalhados nas atividades 2, 3, 7, 8 e 10. Portanto, o comentário foi interpretado como sugestão para o acréscimo de discussões com maior grau de aprofundamento sobre os temas sociais e ambientais durante determinadas atividades da SD.

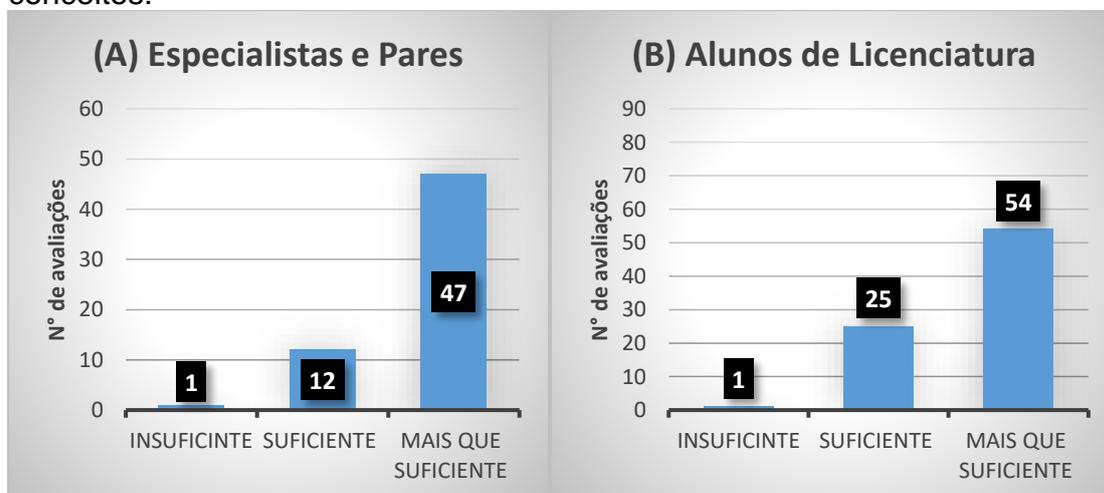
A proposta apresentada é a inclusão de discussões mais direcionadas a esses aspectos nas atividades 2 e 3, explorando mais a participação dos professores de História e Geografia.

Em relação aos aspectos Ciência e Tecnologia, a avaliação mostrou pontos satisfatórios ou mais que satisfatórios, para a maioria dos avaliadores.

C – Conteúdos e Conceitos – itens C1, C2, C3, C4 e C5:

Para essa dimensão foram avaliados 5 itens, totalizando 80 avaliações dos alunos de licenciatura e 60 avaliações dos especialistas e pares. O gráfico 8 apresenta os resultados da validação para essa dimensão:

Gráfico 8 - Resultado da validação em relação a dimensão conteúdos e conceitos:



Fonte: própria autoria (2020)

A SD, em relação aos conteúdos e conceitos abordados, segundo comentários dos alunos de licenciatura, aborda de forma clara e precisa o tema. Na avaliação dos especialistas, conforme o gráfico 9, um dos avaliadores considerou insatisfatório o item avaliativo C1 (Objetivos e Conteúdos):

Gráfico 9 - Resultado da Avaliação para o Item Objetivos e Conteúdos (C1)



Fonte: própria autoria (2020)

Segundo o avaliador que avaliou com insatisfatório esse item:

Avaliador 6:

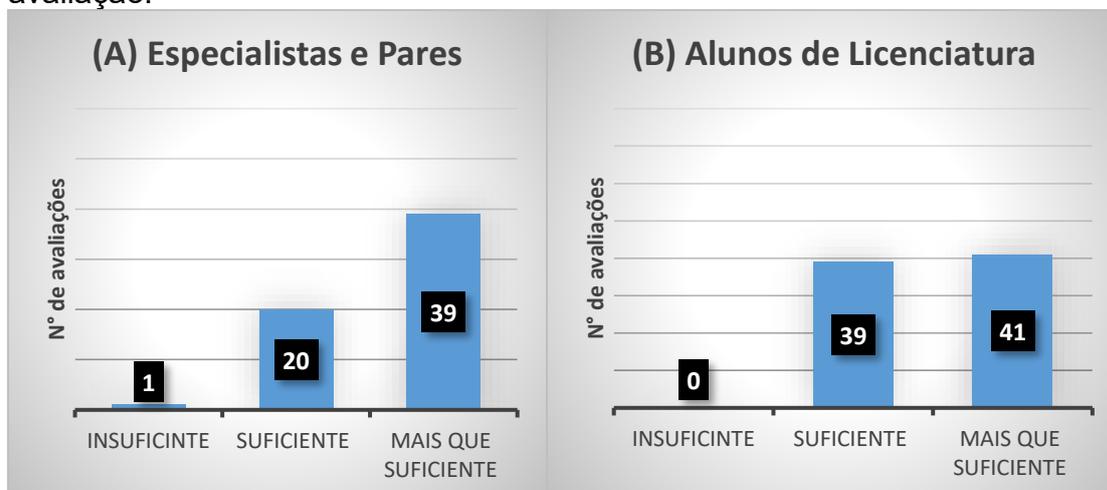
Incluir conceitos de misturas azeotrópicas na atividade 8, que traz o experimento de destilação”

Será incluída na atividade 8 (experimento sobre destilação do etanol), o conceito de misturas azeotrópicas. Não será realizado nenhum experimento visando separar os componentes desse tipo de mistura, uma vez que a atividade requer equipamentos que estão fora da proposta da SD, que é utilizar apenas materiais de baixo custo e fácil acesso.

D – Dimensão Método de Ensino e Avaliação – Itens: D1, D2, D3, D4 e D5:

Para essa dimensão foram avaliados 5 itens, totalizando 80 avaliações dos alunos de licenciatura e 60 avaliações dos especialistas e pares. O gráfico 10 apresenta os resultados da validação para essa dimensão:

Gráfico 10 - Resultado da validação em relação a dimensão método de ensino e avaliação:



Fonte: própria autoria (2020)

Como pode ser observado, os avaliadores consideraram, em geral, que a dimensão método de ensino e avaliação foi satisfatória e mais que satisfatória nas atividades da SD, uma vez que estabelece atividades que geram situações que proporcionam o alcance dos objetivos propostos na SD.

Observou-se que o item que obteve um valor de insuficiente para os especialistas e pares foi o item método de avaliação (D3) conforme pode ser observado no gráfico 11.

Gráfico 11 - Resultado da validação para o item Métodos de Avaliação (D3)



Fonte: própria autoria (2020)

Conforme observado no gráfico 11, um avaliador considerou o indicador métodos de avaliação insuficiente. Esse resultado reflete principalmente às opções da

culminância presentes na atividade 10 (Música, Teatro e Maquete), conforme observou no comentário do avaliador 7:

Avaliador 7:

Necessidade de maior variedade de opções de escolha em sua culminância (Atividade 10), uma vez que os alunos podem se recusar a apresentar peças de teatro ou música.”

Entretanto em relação ao mesmo indicador, observamos os seguintes comentários:

Avaliador 8:

Todas as metodologias usadas são adequadas e suficientes para os objetivos propostos pelo autor. Excelente SD.”

Avaliador 9:

“Os métodos de avaliação da atividade 10 são muito interessantes e devem ser explorados em uma atividade maior na escola. Teatro e música serão as principais atrações.”

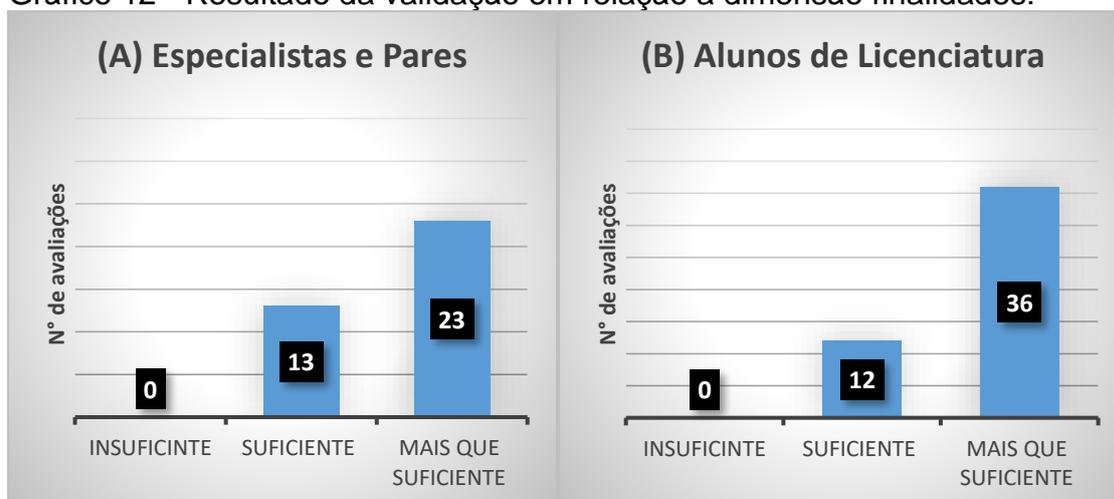
A atividade 10 da SD será mantida, visto que os grupos participantes dessas atividades poderão ser reformulados de acordo com a familiarização dos alunos com as atividades propostas, não sendo obrigatória a manutenção dos mesmos grupos das atividades anteriores. Sendo assim, a avaliação mostra que a atividade possui perspectiva de atingir o indicador proposto sem que sofra alterações.

E – Abordagem CTSA – Dimensões E1, E2 e E3:

E.1: Dimensão Finalidades – Indicadores E.1.1, E.1.2 e E.1.3:

Para essa dimensão foram avaliados 3 itens, totalizando 48 avaliações dos alunos de licenciatura e 36 avaliações dos especialistas e pares. O gráfico 12 apresenta os resultados da validação para essa dimensão:

Gráfico 12 - Resultado da validação em relação a dimensão finalidades:



Fonte: própria autoria (2020)

Na dimensão finalidades, ficou demonstrado, a partir dos resultados da validação, que a SD tem a capacidade de desenvolver procedimentos científicos, a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico. Mostrou ainda que pode promover o desenvolvimento de princípios e normas de conduta que levem o aluno a tomar decisões conscientes e responsáveis sobre o tema, atingindo assim todos os indicadores propostos nessa dimensão.

E.2: Dimensão Conhecimento – Indicadores E.2.1, E.2.2, E.2.3, E.2.4, E.2.5 e E.2.6:

Para essa dimensão foram avaliados 6 itens, totalizando 96 avaliações dos alunos de licenciatura e 72 avaliações dos especialistas e pares. O gráfico 13 apresenta os resultados da validação para essa dimensão:

Gráfico 13 - Resultado da validação em relação a dimensão conhecimento:



Fonte: própria autoria (2020)

Em geral, como pode ser observado acima, a validação da SD em relação à dimensão conhecimento mostrou resultados satisfatórios, sendo possível assim atingir a maior parte dos indicadores propostos nessa dimensão.

Em relação ao indicador E.2.2, que aborda as vantagens e os limites do conhecimento científico e tecnológico e seus impactos na sociedade de meio ambiente, o resultado obtido na avaliação dos especialistas e pares e dos alunos de licenciatura em química foi insatisfatório em alguns pontos, como apresentado no gráfico 14:

Gráfico 14 - Resultado da validação para o indicador E.2.2 segundo avaliação dos especialistas e pares:



Fonte: própria autoria (2020)

Segundo o avaliador 10:

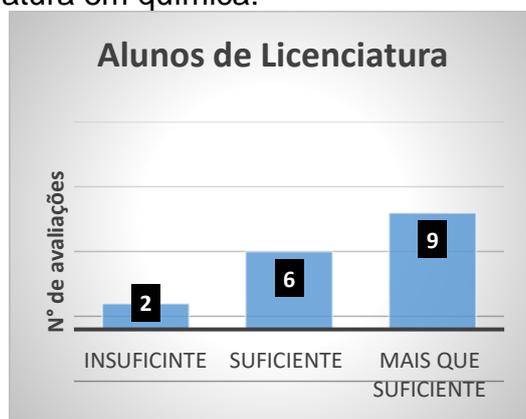
“A SD precisa relacionar de maneira mais direta os aspectos sociais e ambientais com os tecnológicos.”

Segundo o avaliador 11:

“Contextualizar melhor aspectos sociais e ambientais, trazendo a história da ciência, fatos culturais e sociais a respeito da produção de etanol”.

Na avaliação dos alunos de licenciatura, o mesmo indicador (E.2.2) apresentou os seguintes resultados, conforme o gráfico 15:

Gráfico 15 - Resultado da validação para o indicador E.2.2 segundo avaliação dos alunos de licenciatura em química:



Fonte: própria autoria (2020)

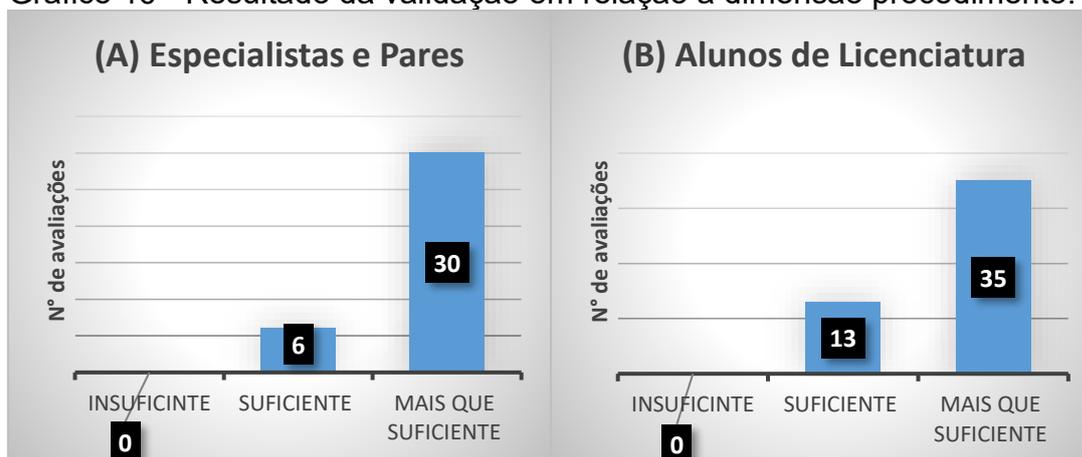
Não existiram comentários por parte dos alunos de licenciatura que julgaram o indicador insuficiente, motivos para justificar tal escolha.

Para melhorar a SD nesse indicador a proposta será acrescentar nas atividades 3 (Análise e discussão das perguntas da problematização) e 6 (Produção de Etanol) uma abordagem mais detalhada dos efeitos da produção do Etanol na sociedade e no meio ambiente, relacionando as perguntas realizadas em cada atividade com esses aspectos.

E.3: Dimensão Procedimento - Indicadores E.3.1, E.3.2, E.3.3

Para essa dimensão foram avaliados 3 itens, totalizando 48 avaliações dos alunos de licenciatura e 36 avaliações dos especialistas e pares. O gráfico 16 apresenta os resultados da validação para essa dimensão

Gráfico 16 - Resultado da validação em relação a dimensão procedimento.



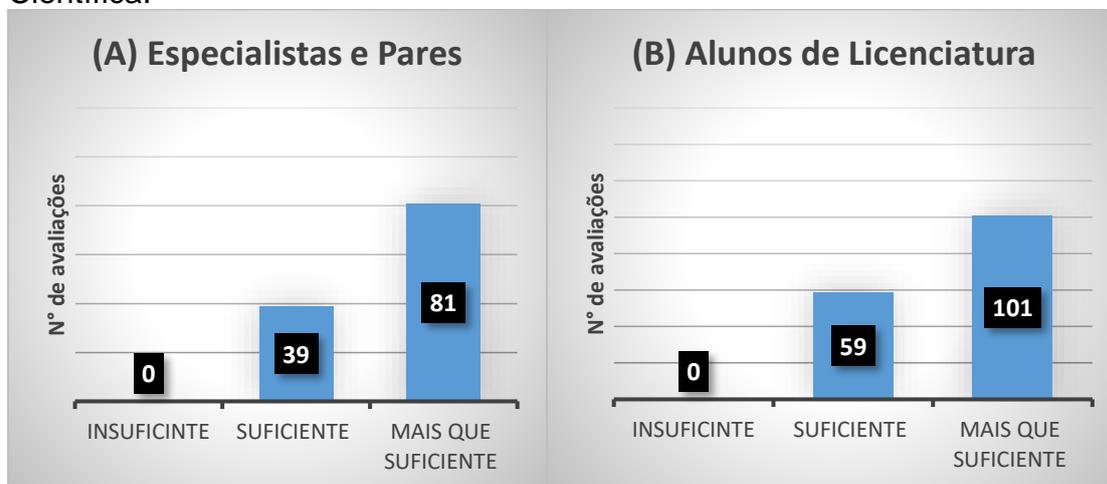
Fonte: própria autoria (2020)

Na dimensão procedimento, segundo os avaliadores, a SD mostrou aspectos que podem levar o aluno a participar ativamente do processo, incentivando a resolução de problemas, discussões, atividades experimentais, saídas de campo e a utilização e manipulação de diferentes recursos. Na avaliação dos especialistas e pares e dos alunos de licenciatura em Química, 100% dos indicadores presentes nessa dimensão podem ser alcançados e nenhum comentário acerca de melhoria para atividades que se relacionam a essa dimensão e aos seus indicadores foi proposto.

F – Avaliação da Promoção da Alfabetização Científica (F1 – Dimensão Trabalho com Dados, F2 – Dimensão Estruturação do Pensamento e F3 – Dimensão Entendimento da Situação Analisada)

Para todas as dimensões foram avaliados no total 10 itens, sendo, portanto, um total de 160 avaliações dos alunos de licenciatura e 120 avaliações dos especialistas e pares. O gráfico 17 apresenta os resultados da validação para todas as dimensões:

Gráfico 17 - Resultado da validação em relação a promoção de Alfabetização Científica:



Fonte: própria autoria (2020)

Como observado no gráfico, na validação dos especialistas e pares, a SD mostrou ser mais que suficiente e suficiente. Para os alunos de licenciatura em Química, a SD mostrou ser mais que suficiente e suficiente. Nessas avaliações, nenhum avaliador julgou insuficiência para o alcance dos indicadores propostos nas dimensões que norteiam a promoção da alfabetização científica.

A diversificação das atividades e a participação direta e protagonista dos alunos em todas elas foram fatores citados como possíveis desencadeadores da promoção da alfabetização científica e são os pontos fortes da SD.

Após a conclusão da análise dos dados obtidos na validação, a SD sofreu alterações nas atividades 1, 2, 3, 6 e 8 visando dessa forma atingir os indicadores propostos. É importante salientar que todas as alterações realizadas não mudaram em nenhum aspecto os objetivos propostos, visto que objetivaram melhorar a compreensão dos alunos, organizar o tempo e especificar as normas de segurança.

As atividades e suas devidas alteração estão mostradas a seguir:

Alterações na Atividade 1:

Entrega de um questionário que caracteriza os sujeitos da pesquisa. O questionário que caracteriza os público alvo da pesquisa (APÊNDICE G), foi

inserido na atividade 1 da SD a partir da sugestão dos avaliadores do grupo dos especialistas e pares. O questionário é um instrumento constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito. Segundo Manzato e Santos (2016), as questões podem ser abertas, quando o entrevistado discorre sobre seu ponto de vista e, fechadas ou objetivas, quando há opções de respostas. O questionário, segundo Gil (1999, p.128) pode ser definido como:

[...] a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc...

ATIVIDADE 1: APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	
NÚMERO AULAS/TEMPO	DE 1 aula / 50 minutos
OBJETIVOS	Apresentar a sequência didática e explicar como ela será realizada; Entregar o diário de pesquisa e orientar os estudantes quanto ao seu preenchimento; Entregar os termos de consentimento e assentimento livre esclarecido (TCLE e TALE) (APÊNDICES B e C). Entregar um questionário que caracteriza os sujeitos da pesquisa (APÊNDICE G).
TIPO DE ABORDAGEM*	Descritiva e dialogada
MATERIAL DE APOIO	TCLE e TALE impressos, caderno que servirá de diário de pesquisa, slides com a esquematização da sequência didática.

*** o tipo de abordagem apresentada em cada atividade se refere à forma que o professor deverá trabalhar e interagir com os estudantes durante a atividade.**

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

Os alunos participantes das atividades serão convidados para ir à sala de aula e o professor será apresentado pela direção da escola. Em seguida, o professor fala do seu projeto de pesquisa, da importância da participação dos alunos nessa etapa, explica o que é uma sequência didática, e da necessidade da assinatura dos termos consentimento e assentimento livre esclarecido. Em seguida,

apresentará de forma esquemática a sequência didática explicando as etapas e o tema escolhido deixando claro que eles serão os pesquisadores, os atores principais no desenvolvimento do tema e que os professores que participarão da sequência serão os orientadores e articuladores das atividades. O professor responderá as possíveis dúvidas e em seguida entregará os cadernos que serão utilizados como diário de pesquisa e explicará de que forma deverão ser utilizados.

Em seguida, os alunos deverão ser divididos em 3 grupos de 5 participantes que deverão ser os mesmos até o final da SD.

Ao final da aula, o professor solicitará que os alunos escrevam individualmente no diário de pesquisa o que entenderam sobre sua participação no projeto, suas responsabilidades, suas expectativas e que respondam ao questionário.

Alterações na Atividade 2:

Nessa atividade, ocorreram alterações nas perguntas que irão nortear a problematização. As novas perguntas inseridas após a validação são:

- *Qual sua interpretação sobre os aspectos históricos abordados na letra da música em relação ao etanol?*
- *Quais aspectos geográficos levam o Brasil a ser destaque na produção desse combustível?*

ATIVIDADE 2: PROBLEMATIZAÇÃO		
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	DE	2 aulas/ 1h e 40 minutos
OBJETIVOS		Realizar o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema a partir da análise de como os estudantes avaliam as charges e a música em termos sociais, científicos, políticos e ambientais incentivando a partir de questionamentos sobre as obras o levantamento de questões sobre assuntos dentro do tema proposto.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DESSA ATIVIDADE	DE AC	organização de informações (OI), classificação de informações (CI), seriação de informações (SI), levantamento de hipóteses (LH), Explicação (Exp) e Previsão (Pre).

TIPO DE ABORDAGEM	Dialogada com indução a tempestade de ideias, discussão e reflexão.
MATERIAL DE APOIO	Computador, Datashow, Gravador, Caixa de Som.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

A metodologia da problematização surgiu a partir de uma crítica ao ensino tradicional, baseado em aulas expositivas e tendo o professor como centro de um processo de transmissão de conteúdo. Propõe um modelo de aprendizagem cujas características principais são a problematização da realidade e a busca de solução para problemas detectados, possibilitando assim o desenvolvimento do raciocínio reflexivo e crítico do aluno (VASCONCELLOS, 1999). Nessa perspectiva, e com a intenção de aguçar e motivar os estudantes de maneira mais crítica a pensar e estudar sobre o tema proposto na presente SD, utilizaremos as charges e a música como problematização.

A turma será dividida em 3 grupos de 5 alunos. As charges serão projetadas e haverá o incentivo a uma discussão geral sobre as mesmas e depois e cada grupo responderá à pergunta em seus diários de pesquisa:

Quais as diferenças observadas entre as visões dos artistas para o tema etanol como combustível?

As discussões dos alunos serão gravadas pelo professor para posterior transcrição e os registros dos alunos serão realizados no diário de pesquisa.

Após as respostas em relação as charges, os alunos ouvirão a música e responderão a seguinte pergunta:

Qual sua interpretação sobre os aspectos históricos abordados na letra da música em relação ao etanol?

As discussões dos alunos serão gravadas pelo professor para posterior transcrição e os registros dos alunos serão realizados no diário de pesquisa.

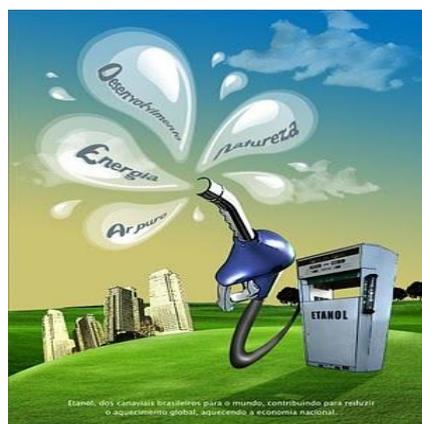
Quais aspectos geográficos levam o Brasil a ser destaque na produção desse combustível?

As discussões dos alunos serão gravadas pelo professor para posterior transcrição e os registros dos alunos serão realizados no diário de pesquisa.

Charges e Música:



Fonte: Galvão (2012)



Fonte: Reynol (2010).

Movido a Álcool - Raul Seixas

Diga, seu dotô as novidades

Já faz tempo que eu espero

Uma chamada do senhor

Eu gastei o pouco que eu tinha

Mas plantei aquela cana

Que o senhor me encomendou

Estou confuso e quero ouvir sua palavra

Sobre tanta coisa estranha acontecendo sem
parar

Por que que o posto anda comprando tanta
cana

Se o estoque do boteco

Já está pra terminar

Derramar cachaça em automóvel

É a coisa mais sem graça

De que eu já ouvi falar

Por que cortar assim nossa alegria

Já sabendo que o álcool também vai ter que
acabar?

Veja, um poeta inspirado em Coca-Cola

Que poesia mais estranha ele iria expressar?

É triste ver que tudo isso é real

Porque assim como os poetas

Todos temos que sonhar

Fonte: Seixas, Rasmussen e Barreto (1979)

Para finalizar cada grupo deverá preparar uma apresentação em slide com as repostas das perguntas. Esta atividade deverá ser realizada fora da sala de aula e deverá ser apresentada na atividade 3.

Alterações na Atividade 3:

Na atividade 3, que visa analisar e discutir as respostas das perguntas da atividade 2, os professores de História e Geografia terão participação mais direta nas discussões, ou seja, além de serem mediadores do processo, darão explicações e embasamento teórico para os alunos quando necessário. As intervenções nas discussões serão mais frequentes e direcionadas para que os alunos não percam o foco em relação aos aspectos sociais e ambientais.

ATIVIDADE 3: ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS RESPOSTAS DAS PERGUNTAS DA PROBLEMATIZAÇÃO		
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	DE	1 aula / 50 minutos
OBJETIVOS		Incentivar a discussão em sala das interpretações dos alunos sobre os aspectos sociais, ambientais, científicos e tecnológicos representados pelas obras (charges e música) analisadas. Demonstrar a interdisciplinaridade do assunto.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DE DESSA ATIVIDADE	DE AC	Organização informações (OI), classificação de informações (CI), seriação de informações (SI), levantamento de hipóteses (LH), justificativa (Jus) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM		Interativa, dialogada com indução a discussão e reflexão.
MATERIAL DE APOIO		Computador, Datashow, Gravador, Caixa de Som e Diário de pesquisa.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

Essa atividade se caracteriza como **interdisciplinar** pois contará com professores de outras disciplinas. Os grupos apresentarão suas repostas às perguntas e será promovida uma discussão sobre os aspectos sociais, ambientais, históricos (como o advento do Proálcool), científicos e tecnológicos representados pelas obras e mediadas por professores e **química, geografia e história**. Após as apresentações e discussões os alunos serão convidados novamente a registrar em seus diários de pesquisa as respostas as mesmas perguntas realizadas na atividade anterior. Os indicadores de AC serão avaliados a partir das respostas dos alunos registradas no diário de pesquisa e análise das gravações. As opiniões dos professores envolvidos também serão registradas para utilização no projeto de pesquisa.

Alterações na Atividade 6:

- Redução do tempo de fermentação para 5 minutos.

- Alterações no roteiro da atividade experimental (Anexo H).

ATIVIDADE 6: PRODUÇÃO DE ETANOL: REAÇÃO DE FERMENTAÇÃO		
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	DE	1 aula/50 minutos
OBJETIVOS		Conhecer os aspectos químicos e científicos envolvidos na produção do etanol.
EXPECTATIVA DE INDICADORES DE AC DESSA ATIVIDADE	DE AC	Raciocínio lógico (RL), raciocínio proporcional (RP), levantamento de hipóteses (LH), teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus), previsão (Pre) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM		Interativa, dialogada com indução a investigação científica.
MATERIAL DE APOIO		Roteiro Experimental e diário de pesquisa.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

Os grupos receberão o roteiro experimental, descrito abaixo e iniciarão o experimento. No procedimento experimental número 2, o sistema ficará em repouso durante 30 minutos e os alunos deverão, durante esse tempo registrar as mudanças ocorridas em seu diário de pesquisa e por fotos além de fazer uma pesquisa acerca da reação ocorrida no processo.

Após os 30 minutos, a discussão em relação ao experimento será retomada com as seguintes perguntas:

O experimento demonstrou um fenômeno químico ou físico? Qual ou quais mudanças evidenciaram esse fenômeno?

Quais as mudanças ocorridas no sistema reacional?

O novo Roteiro Experimental para a atividade 6 está apresentado abaixo:

Introdução

O principal método de produção do etanol é por meio da fermentação do melão da cana-de-açúcar. Essa fermentação é realizada por micro-organismos, principalmente leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, que, na presença da sacarose (açúcar), elaboram uma enzima chamada de invertase que atua como catalisadora da reação de hidrólise da sacarose, transformando-

a em glicose e frutose. Posteriormente, as leveduras atuam enzimaticamente (zimase) sobre os glicídios (açúcares, por exemplo: $C_6H_{12}O_6$), produzem o etanol(C_2H_5OH) e gás carbônico (CO_2).

Materiais e Reagentes

- 100 ml de água morna.
- 15 g de fermento biológico seco.
- 1 litro de Garapa.
- Balança.
- Garrada PET de 2 litros com um furo de tampa.
- Máscaras de proteção.
- Óculos de proteção.

Procedimento

1. Dissolva o fermento biológico em água morna usando o recipiente disponível;
2. Acrescente o caldo de cana (garapa) e deixar em repouso por 30 minutos, inserindo uma bexiga na boca da garrafa.
3. Registrar as mudanças ocorridas em seu diário de pesquisa e por fotos além de fazer uma pesquisa acerca da reação ocorrida no processo e sua representação e analisar a utilização da água morna ao invés da água à temperatura ambiente.
4. Após os 30 minutos, a discussão em relação ao experimento será retomada com as seguintes perguntas:

Pergunta 1: O experimento demonstrou um fenômeno químico ou físico? Qual ou quais mudanças evidenciaram esse fenômeno?

Pergunta 2: Quais as mudanças ocorridas no sistema reacional?

As repostas deverão ser registradas no diário de pesquisa e retomadas na atividade 7 para discussão.

Alterações na Atividade 8:

- Alteração no roteiro experimental para a produção de um destilador. O novo roteiro será baseado no trabalho publicado por Pedreira *et al.* (2012), utilizando assim materiais de fácil obtenção e baixo custo (Anexo I).

ATIVIDADE 8: Separação do etanol utilizando o processo de destilação.	
NÚMERO DE AULAS/TEMPO	2 aulas/1h e 40 minutos.
OBJETIVOS	Conhecer os processos físicos e químicos envolvidos na produção do etanol a partir da garapa (continuação a atividade 6).
EXPECTATIVA DE INDICADORES DE AC DESSA ATIVIDADE	Raciocínio lógico (RL), raciocínio proporcional (RP), levantamento de hipóteses (LH), teste de hipóteses (TH), justificativa (Jus), previsão (Pre) e explicação (Exp).
TIPO DE ABORDAGEM	Interativa, dialogada com indução a investigação científica
MATERIAL DE APOIO	Roteiro Experimental, diário de pesquisa, reagentes, material de laboratório.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

A atividade 8 é uma complementação da atividade 6. Os alunos receberão um roteiro do experimental, descrito abaixo, para dar prosseguimento ao experimento da produção de etanol. O roteiro é baseado no trabalho publicado por Pedreira *et al.* (2012). O professor abordará novamente as regras de segurança do laboratório. Na atividade os alunos deverão analisar o processo de destilação usado para separar o etanol dos demais componentes da mistura e analisar os fenômenos químicos e físicos ocorridos ao longo de todo o experimento.

Novo Roteiro Experimental para a atividade 8:

Introdução

A destilação é um processo físico de separação de misturas homogêneas. Essa técnica é uma das mais aplicadas em laboratórios de Química e baseia-se na diferença de temperatura de ebulição entre as substâncias que compõem a mistura.

Materiais e Reagentes

- Garrafa (vidro) de 200 mL de leite de coco.

- Garrafa (pet) de 500 mL cheia de água gelada acoplada em uma mangueira de nível conectada ao vidro de leite de coco.
- Tampa para pote de creme facial.
- Cabo de vassoura acoplado a uma tábua de madeira, juntamente com duas hastes de coador para café.
- Lamparina composta por um vidro de medicamento, tampinha de garrafa de cerveja e algodão.
- Máscaras de proteção.
- Óculos de proteção.

Procedimento

- 1: Fazer um furo pequeno na lateral inferior da garrafa pet de 500 mL para passagem da mangueira que foi introduzida pelo gargalo, o furo foi vedado com cola epóxi.
- 2: Conectar a mangueira no vidro de leite de coco e para não perder os vapores da substância a ser destilada, utilizar uma borracha de sandália tipo havaiana, que será cortada no diâmetro do gargalo para vedar o sistema.
- 3: Fazer em seguida um furo central de mesmo diâmetro da mangueira, que foi inserida na garrafa por meio da borracha.
- 4: Adicionar na garrafa de leite de coco a mistura a ser destilada.
- 5: Molhar o algodão com etanol e acender.

Figura 20 - Esquema representativo do experimento de produção de etanol:



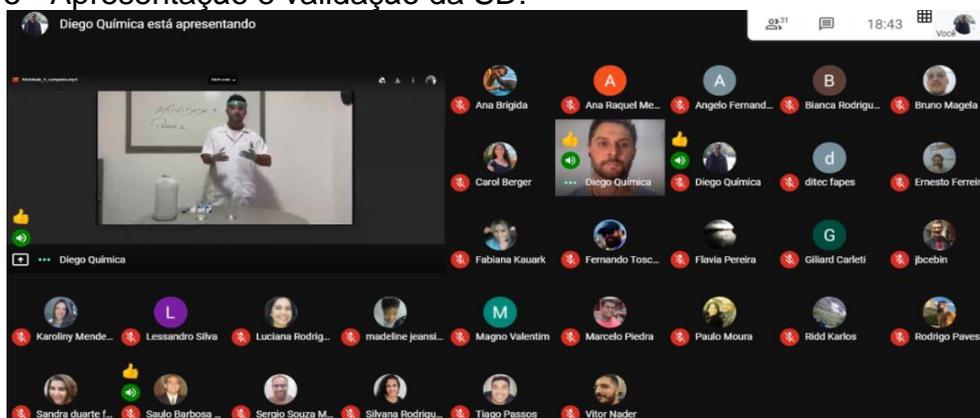
Fonte: Pedreira *et al.* (2012)

Durante a realização do experimento o professor de Química abordará os conceitos de Destilação, Processos físicos e químicos, Ponto de Ebulição, Forças intermoleculares e Misturas Azeotrópicas.

5.2.2 SD no formato remoto

A apresentação da SD ocorreu de forma online, utilizando a plataforma google meet e contou com a participação de 31 professores, conforme apresentado na foto 5.

Foto 5 - Apresentação e validação da SD:



Fonte: Próprio autor (2020)

A validação foi realizada a partir do formulário criado na plataforma *google forms*, acessando o link: <https://forms.gle/ikSGtbY5ytS9MuHd9>. Os professores que participaram da apresentação da SD puderam acessar o link de forma instantânea e os demais que não puderam comparecer receberam o link, com todos os arquivos utilizados na apresentação, via *e-mail*.

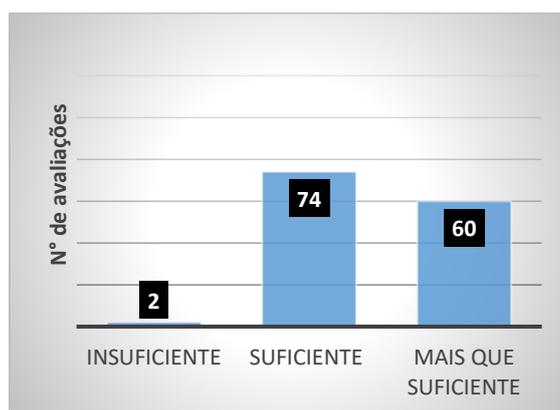
Entre os professores participantes da apresentação da SD, 24 responderam ao questionário de validação e outros 10, que não estiveram presentes na apresentação, responderam com base na SD que foi enviada por e-mail.

Os gráficos a seguir mostram os resultados obtidos na validação da SD para todos os grupos avaliados.

A – Estrutura e Organização: Itens A1, A2, A3 e A4:

Em relação a dimensão estrutura e organização foram avaliados 4 itens, totalizando 136 avaliações. O gráfico 18 mostra os resultados obtidos para essa dimensão.

Gráfico 18 - Resultado da validação em relação a dimensão Estrutura e Organização



Fonte: própria autoria (2020)

Em relação à dimensão estrutura e organização da SD, ficou demonstrado pela análise dos resultados da validação que a maioria dos avaliadores consideram que essa dimensão está representada na SD de maneira mais que suficiente e

suficiente. A avaliação dessa dimensão contou com os comentários dos avaliadores 12 e 13:

Avaliador 12:

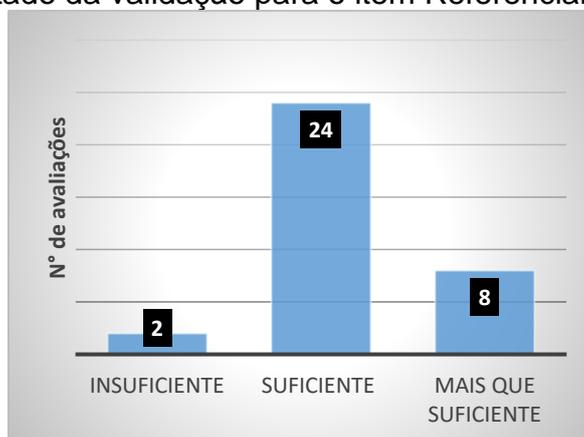
“Sequência com recursos de comunicação bem utilizados e diversificados. Um excelente material didático.”

Avaliador 13:

“A sequência proposta apresentou elementos importantes como a utilização de instrumentos digitais, novas metodologias, experimentação, debates e etc.. Excelente trabalho.”

Apenas dois avaliadores avaliam como insuficiente essa dimensão. Este resultado insuficiente no Grupo A, dimensão Estrutura e Organização, foi observado apenas para o indicador A4 (Referencial Teórico/Bibliografia), como pode ser observado no gráfico 19:

Gráfico 19 - Resultado da validação para o item Referencial Teórico/Bibliografia



Fonte: própria autoria (2020)

Segundo os dois avaliadores 14 e 15 que julgaram como insuficiente esse item:

Avaliador 14:

“Verificar se realmente a metodologia proposta realmente utiliza a estratégia do EAD”

Avaliador 15:

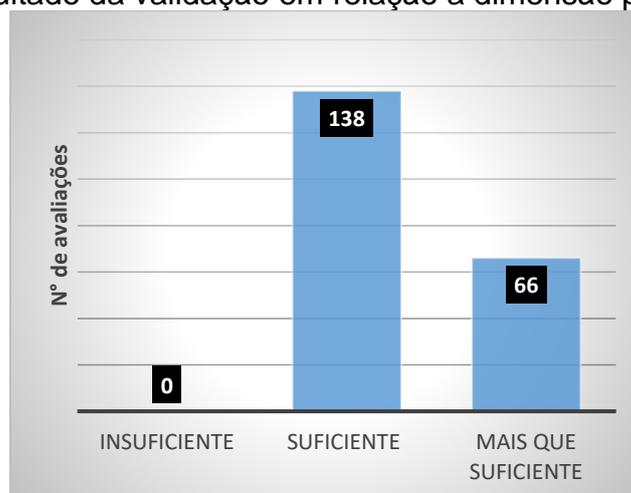
“Poderia sugerir outra plataforma para transmitir estes trabalhos como algum AVA, rever alguns problemas conceituais. Deixar mais claro o referencial teórico.”

Será incluída na SD, informações mais precisas sobre quais momentos e atividades podem ser realizadas no formato EAD e os que devem ser de forma remota e online.

B – Problematização: Itens B1, B2, B3, B4, B5 e B6:

Para essa dimensão foram avaliados 6 itens, totalizando 204 avaliações dos validadores da SD. O gráfico 20 mostra os resultados da validação para essa dimensão:

Gráfico 20 - Resultado da validação em relação a dimensão problematização:



Fonte: própria autoria (2020)

Para todos os itens avaliados da dimensão problematização, nenhum validador julgou insuficiente a SD. Sendo a problematização o foco em torno do qual os elementos que compõe a SD devem se articular, essa é uma dimensão de muita importância e o resultado obtido foi muito significativo.

Dois avaliadores fizeram comentários acerca dessa dimensão:

Avaliador 16:

“Prezado, eu verifiquei talvez uma dificuldade na pergunta que provoca entendimento sobre o álcool: Qual sua interpretação sobre os aspectos abordados... quando você lança a música. O aluno não teria problemas em saber o que está sendo perguntado com o termo "aspectos"? É bastante trivial, mas como professor tenho sentido no aluno o desafio de interpretar e domínio da Língua Portuguesa.”

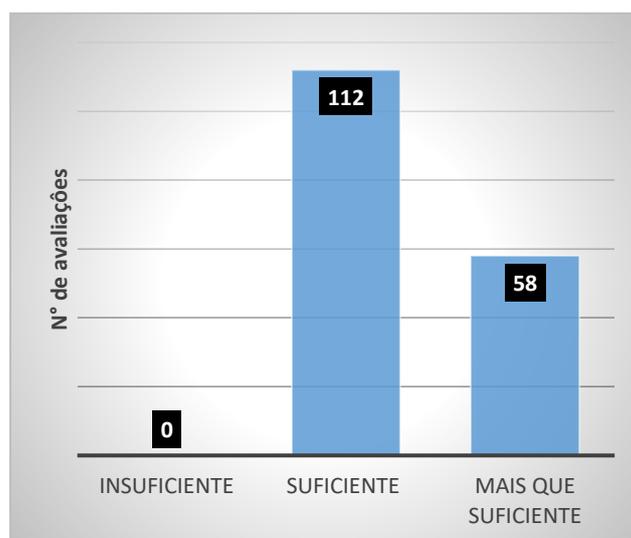
Avaliador 17:

“A problematização está muito bem estruturada e dinâmica, a colocação da música foi uma ideia genial e as charges mostram aspectos diferentes da abordagem CTSA.”

C – Conteúdos e Conceitos – itens C1, C2, C3, C4 e C5:

Para essa dimensão foram avaliados 5 itens, totalizando 170 avaliações dos participantes da validação da SD. O gráfico 21 apresenta os resultados da validação para essa dimensão:

Gráfico 21: Resultado da validação em relação a dimensão conteúdos e conceitos:

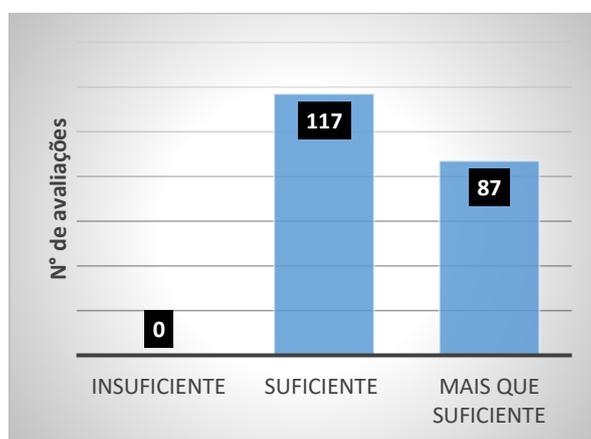


Fonte: própria autoria (2020)

Para todos os itens avaliados da dimensão conteúdos e conceitos, nenhum validador julgou insuficiente a SD, o que mostrou ser um resultado muito significativo para a SD.

D – Dimensão Método de Ensino e Avaliação – Itens: D1, D2, D3, D4, D5 e D6:
Para essa dimensão foram avaliados 6 itens, totalizando 204 avaliações dos participantes da validação da SD. O gráfico 22 apresenta os resultados da validação para essa dimensão:

Gráfico 22 - Resultado da validação em relação a dimensão método de ensino e avaliação:



Fonte: própria autoria (2020)

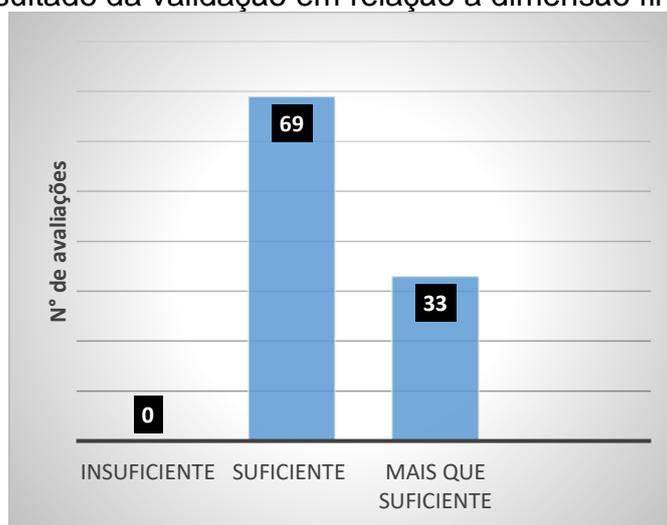
Para todos os itens avaliados da dimensão conteúdos e conceitos, nenhum validador julgou insuficiente a SD, o que mostrou ser um resultado muito significativo para a SD.

E – Abordagem CTSA – Dimensões E1, E2 e E3:

E.1: Dimensão Finalidades – Indicadores E.1.1, E.1.2 e E.1.3:

Para essa dimensão foram avaliados 3 itens, totalizando 102 avaliações dos participantes da validação da SD. O gráfico 23 apresenta os resultados da validação para essa dimensão:

Gráfico 23 - Resultado da validação em relação a dimensão finalidades:



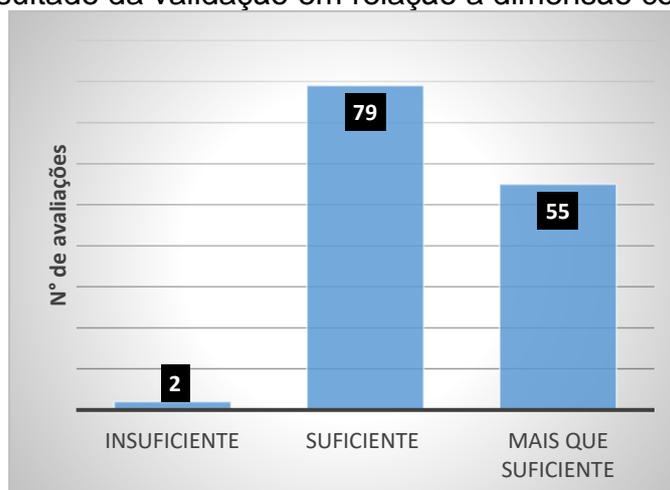
Fonte: própria autoria (2020)

Na dimensão finalidades, ficou demonstrado a partir dos resultados da validação que a SD tem a capacidade de desenvolver procedimentos científicos, a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico. Mostrou ainda que pode promover o desenvolvimento de princípios e normas de conduta que levem o aluno a tomar decisões conscientes e responsáveis sobre o tema, atingindo assim todos os indicadores propostos nessa dimensão.

E.2: Dimensão Conhecimento – Indicadores E.2.1, E.2.2, E.2.3 e E.2.4:

Para essa dimensão foram avaliados 4 itens, totalizando 136 avaliações dos validadores da SD. O gráfico 24 apresenta os resultados da validação para essa dimensão:

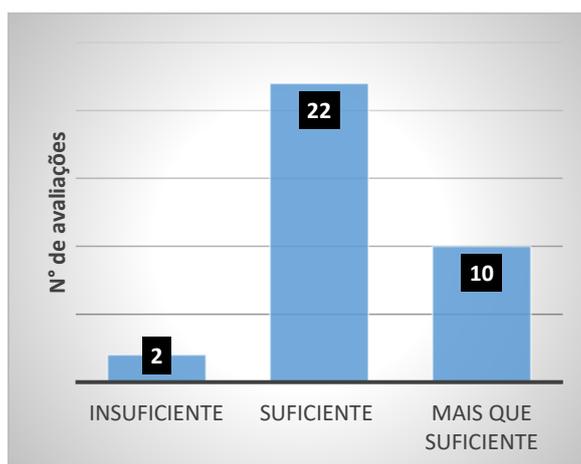
Gráfico 24 - Resultado da validação em relação a dimensão conhecimento:



Fonte: própria autoria (2020)

Em geral, como pode ser observado acima, a validação da SD em relação à dimensão conhecimento mostrou resultados satisfatórios, sendo possível assim atingir os indicadores propostos nessa dimensão. Dentro do universo de 136 avaliações para essa dimensão, apenas dois avaliadores julgaram insuficiente o indicador E.2.4, que privilegia a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber, conforme o resultado obtido na no gráfico 25:

Gráfico 25 - Resultado da validação para o indicador E.2.4



Fonte: própria autoria (2020)

Segundo o comentário de um dos avaliadores que julgou insuficiente o indicador:

Avaliador 18:

“Lembrar de indicar os pontos de encontro com a geografia e com a história, e parabenizar pela sequência didática que foi clara e objetiva”.

E.3: Dimensão Procedimento - Indicadores E.3.1, E.3.2, E.3.3

Para essa dimensão foram avaliados 3 itens, totalizando 102 avaliações dos participantes da validação da SD. O gráfico 26 apresenta os resultados da validação para essa dimensão:

Gráfico 26 - Resultado da validação em relação a dimensão procedimento.

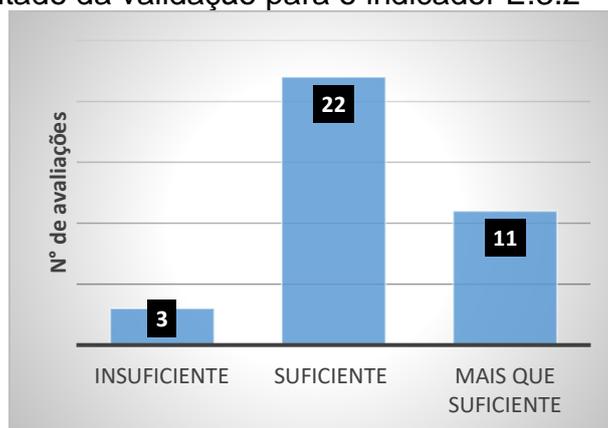


Fonte: própria autoria (2020)

Na dimensão procedimento, segundo os avaliadores a SD mostrou aspectos que podem levar o aluno a participar ativamente do processo, incentivando a resolução de problemas, discussões, atividades experimentais, saídas de campo e a utilização e manipulação de diferentes recursos.

Para 3 avaliadores, o indicador E.3.2, propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, se mostrou insuficiente para ser alcançado pelas atividades propostas na SD, conforme o gráfico 27:

Gráfico 27 - Resultado da validação para o indicador E.3.2



Fonte: própria autoria (2020)

Segundo o comentário de um dos avaliadores que julgou como insuficiente esse indicador:

Avaliador 19:

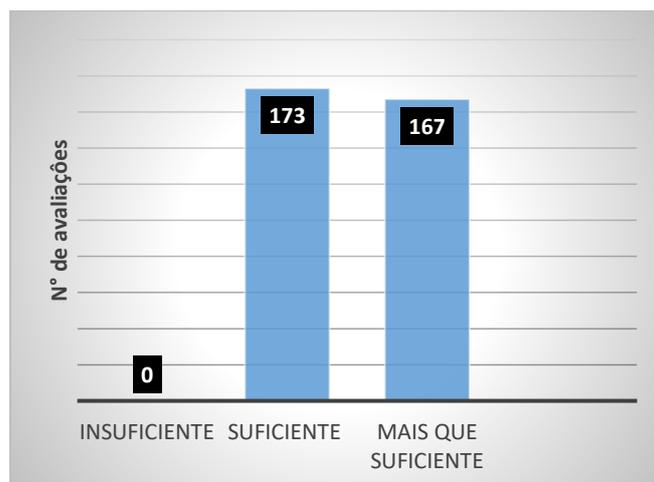
“não propõe a realização; o professor realiza demonstrando, apenas... Dieguito, parabéns, a sequência está incrível, assim que liberar eu já vou querer aplicar!!”

Para melhorar a SD será detalhado nos roteiros experimentais que as práticas efetuadas pelo professor não podem ser reproduzidas pelos alunos.

F – Avaliação da Promoção da Alfabetização Científica (F1 – Dimensão Trabalho com Dados, F2 – Dimensão Estruturação do Pensamento e F3 – Dimensão Entendimento da Situação Analisada)

Para todas as dimensões foram avaliados no total 10 itens, sendo, portanto, um total de 340 avaliações dos participantes da validação da SD. O gráfico 28 apresenta os resultados da validação para todas as dimensões:

Gráfico 28 - Resultado da validação em relação a promoção de Alfabetização Científica:



Fonte: própria autoria (2020)

Como demonstrado no gráfico, a SD mostrou ser suficiente e mais que suficiente para atingir os indicadores de AF, um dos pontos mais importantes dessa pesquisa. Nenhum avaliador fez comentário em relação as dimensões analisadas.

G – Estratégia de acionamento do interesse dos alunos no contexto remoto – Itens avaliados: G1, G2, G3, G4 e G5.

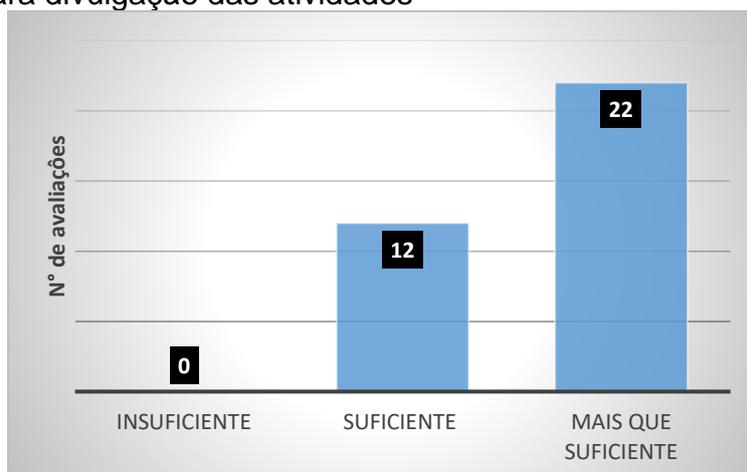
Essa dimensão pretende avaliar se a SD dispõe de recursos tecnológicos que possuem potencial para promover aprendizagem dos discentes, visto o momento pandêmico vivenciado por todos. Serão avaliadas nessa dimensão 5 itens, totalizando 170 avaliações.

G.1 A utilização do grupo de WhatsApp para divulgação das atividades é uma boa estratégia?

Para o item em questão, foram 34 avaliações e o recurso mostrou ser suficiente e mais que suficiente, conforme resultados obtidos na validação e mostrados no gráfico 29:

Gráfico 29 - Resultado da validação em relação a utilização do grupo de

WhatsApp para divulgação das atividades



Fonte: própria autoria (2020)

Dois avaliadores fizeram comentários importantes sobre o tema:

Avaliador 20:

“A utilização da página da web é mais adequada do que o emprego de grupos de WhatsApp. Imagino que este seja para complementação. Parabéns pelo excelente trabalho! Foi muito criativo, em especial nesse momento de pandemia, no qual professores e alunos se viram num grande desafio... Abraços!”

Em relação ao comentário do avaliador, durante a aplicação da SD deve-se deixar claro que a utilização do grupo de WhatsApp é apenas uma ferramenta para agilizar o acesso a sala de aula online e as páginas da Web onde as atividades serão conduzidas. Nenhuma atividade da SD será conduzida pelo grupo criado.

Avaliador 21:

“O WhatsApp está bem difundido entre os alunos e sua utilização pode permitir uma maior aproximação dos alunos com o SD.”

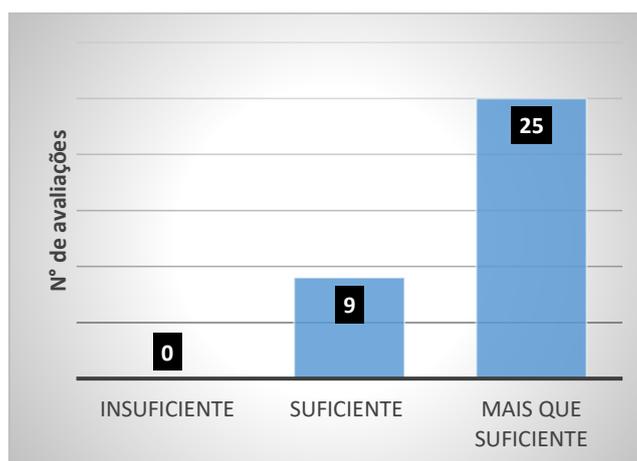
Não foi preciso alterar nenhuma atividade por conta dos comentários e avaliações desse item, sendo necessário apenas na atividade 1 deixar mais

claro a utilização do recurso grupo de WhatsApp durante a explicação por parte do professor das ferramentas que serão utilizadas. Sendo assim, a utilização do grupo de WhatsApp será mantida em todas as atividades da SD.

G.2 A utilização de páginas criadas na Web é uma boa estratégia para aplicação da SD no modelo online.

Para o item em questão, foram de 34 avaliações e o recurso mostrou ser suficiente e mais que suficiente, conforme resultados obtidos na validação e mostrados no gráfico 30:

Gráfico 30 - Resultado da validação em relação a utilização de página criadas na Web



Fonte: própria autoria (2020)

O comentário feito por um avaliador que julgou mais que suficiente o item foi:

Avaliador 22:

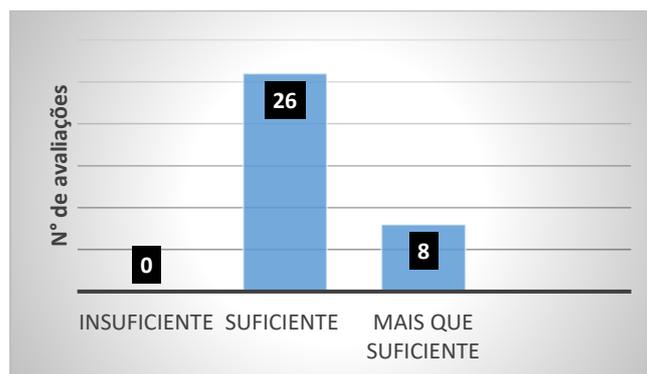
“Acredito que as páginas da web, como é algo novo, despertam ainda mais o interesse dos discentes.”

O comentário reforça ainda mais a avaliação desse item e, portanto, a partir da validação da SD, as páginas da Web utilizadas para conduzir a SD serão mantidas em todas as atividades.

G.3 A utilização de um formulário logo após as atividades é uma boa estratégia para que os discentes selecionem os principais pontos de aprendizagem.

Para o item em questão, foram 34 avaliações e o recurso mostrou ser suficiente e mais que suficiente, conforme resultados obtidos na validação e mostrados no gráfico 31:

Gráfico 31 - Resultado da validação em relação a utilização de um formulário logo após as atividades



Fonte: própria autoria (2020)

O comentário feito por um avaliador que julgou mais que suficiente o item foi:

Avaliador 23:

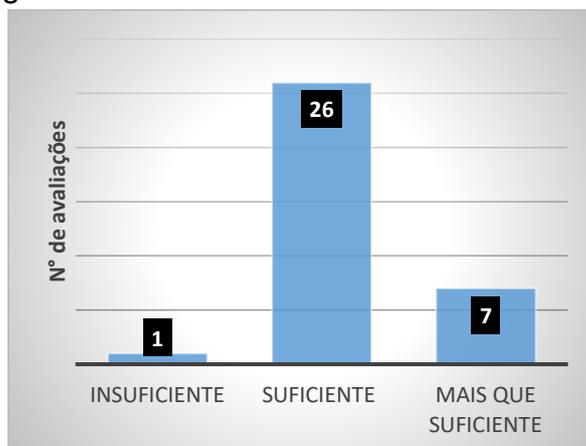
“Responder aos formulários logo após as atividades permite aos alunos verificarem o quanto do conteúdo foi aprendido.”

O comentário reforça ainda mais a importância desse item e, portanto, a partir da validação da SD, os formulários serão mantidos em todas as atividades.

G.4 A experimentação com materiais cotidianos é uma boa estratégia para relacionar os conceitos com a prática?

Para o item em questão, foram 34 avaliações, sendo que desse total apenas um avaliador julgou o item insuficiente, conforme resultados obtidos na validação e mostrados no gráfico 32:

Gráfico 32 - Resultado da validação em relação a experimentação com materiais cotidianos



Fonte: própria autoria (2020)

Em relação aos comentários para o item avaliado, os avaliadores 24, 25 e 26 contribuíram da seguinte forma:

Avaliador 24:

“A utilização de recursos alternativos para a realização dos experimentos é muito válida uma que vez que são poucas as escolas que apresentam laboratório e/ou vidrarias e equipamentos para a realização dessas.”

Avaliador 25:

“A utilização de materiais de fácil acesso incentiva os alunos a buscarem a experimentação como forma de aplicar o que aprenderam em sala de aula.
Trabalho perfeito.”

Avaliador 26:

“Passo como sugestão trabalhar com instrumentos para conhecimento dos alunos como o sacarímetro, densímetros para medição do teor alcoólico no momento da destilação.”

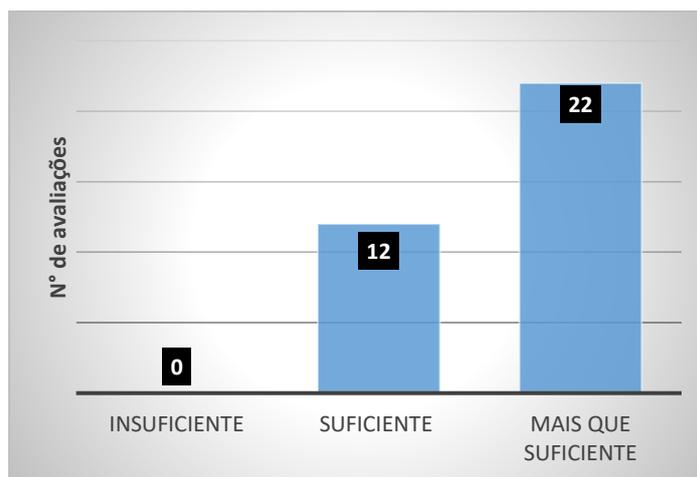
Em relação ao comentário do avaliador 26, a utilização de instrumentos como sacarímetro e densímetro vão no sentido contrário ao que a SD prioriza em relação as suas atividades práticas, que é a utilização de materiais de fácil

acesso para que, mesmo que os alunos não reproduzam os experimentos, possam despertar o interesse pela experimentação. Sendo assim, serão mantidas as atividades experimentais reproduzidas em vídeos e nada impede que em outro momento após a aplicação da SD o professor aprofunde as práticas experimentais com a utilização dos instrumentos sugeridos.

G.5 A utilização de assistentes virtuais é uma boa estratégia para atrair a atenção dos alunos?

Para o item em questão, foram 34 avaliações e o recurso mostrou ser suficiente e mais que suficiente, conforme resultados obtidos na validação *a priori* e mostrados no gráfico 33:

Gráfico 33 - Resultado da validação em relação a utilização de assistentes virtuais



Fonte: própria autoria (2020)

Em relação ao item avaliado, os avaliadores 27 e 28 contribuíram com os seguintes comentários:

Avaliador 27:

“Os assistem despertam maior interesse nos alunos e assim os incentivam a continuar a estudar a SD. Como existem sempre os alunos mais interessados na matéria, eles podem se aprofundar no conteúdo.”

Avaliador 28:

“A utilização da assistente “Medusa” e das dicas ao final da SD foi inovador e deu mais brilho ainda ao excelente trabalho, quero utilizar essa SD assim que puder.”

Os comentários reforçam que a utilização da assistente virtual contribui para que a SD se mostre mais atrativa para os alunos participantes e, sendo assim, o recurso será mantido em todas as atividades.

Após a conclusão da análise dos dados obtidos na validação, a SD sofreu alterações nas atividades 1, 3, 6 e 8 visando dessa forma atingir os indicadores propostos. As atividades e suas devidas alteração estão mostradas na tabela 24:

Tabela 24 - Alterações nas atividades da SD – formato remoto

Atividade	Alterações realizadas após a validação da SD
1	Durante a apresentação das ferramentas que serão utilizadas na SD frisar que o grupo de WhatsApp possui apenas de função de agilizar o envio dos links para acesso a sala de aula online e as página da Web relativas as atividades.
4	Inserir no vídeo do experimento o aviso: Não reproduzir esse experimento.
6	Inserir no vídeo do experimento o aviso: Não reproduzir esse experimento.
8	Inserir no vídeo do experimento o aviso: Não reproduzir esse experimento.

Fonte: própria autoria (2020)

6 PRODUTO EDUCACIONAL

A partir das SD validadas foi produzido um produto educacional contendo duas SD utilizando o tema etanol no ensino de química do ensino médio abordando os conteúdos científicos, ambientais, sociais e tecnológicos, utilizando enfoque CTSA com a perspectiva de Alfabetização Científica.

O produto educacional possui como base:

- Educação em Química;
- Promoção da Alfabetização Científica;
- Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente;
- Divulgação Científica.

As SD utilizadas para elaboração do guia didático estão de acordo com as sugestões feitas pelos avaliadores das mesmas. A elaboração e validação de duas SD, nos formatos presencial e remoto, traz aos professores que irão aplicá-las a possibilidade de mesclar as atividades de acordo com a realidade do meio onde os estudantes estiverem inseridos. Por exemplo, se a SD utilizada for no formato presencial e não existir a possibilidade de uma visita técnica a usina de produção de etanol, a mesma poderá ser substituída por atividades com o mesmo objetivo presentes na SD no formato remoto. Outro ponto importante são as atividades práticas, visto que algumas escolas não possuem as condições de segurança necessárias para as mesmas, podendo então serem substituídas pelos vídeos gravados e inseridos na SD no formato remoto.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral promover a Alfabetização Científica a partir de uma abordagem CTSA sobre o tema Etanol para relacionar conceitos químicos e os contextos tecnológicos, históricos, políticos, sociais e ambientais que estão relacionados com a produção e utilização dessa substância no Brasil.

Para atingir esse objetivo, foi proposto inicialmente desenvolver e validar duas sequências didáticas sobre etanol com abordagem CTSA que fossem capazes de promover a alfabetização científica.

Foram construídos dois instrumentos de validação para avaliar: a estrutura da SD segundo os itens avaliativos indicados por Guimarães e Giordan (2011), a abordagem CTSA, segundo as dimensões e indicadores sugeridos por Fernandes, Pires e Villamanam (2014) e o potencial em promover a alfabetização científica segundo os indicadores de Sasseron e Carvalho (2011) e somente para a SD no formato remoto foi utilizado o item avaliativo adicional relativo à estratégia de acionamento do interesse dos alunos no contexto remoto.

Os resultados observados nas validações das SD no formato presencial e remoto mostraram que, na dimensão Estrutura e Organização, as SD mostraram resultados majoritariamente avaliados como mais que suficientes, sendo possível assim alcançar de forma satisfatória todos os indicadores propostos nessa dimensão para as duas SD. Na dimensão Problematização, as SD foram avaliadas, em geral, como mais que suficientes, mostrando aspectos inovadores que levam os sujeitos da pesquisa a formularem problemas gerando a necessidade de apropriação de conhecimento durante as atividades das SD. Na dimensão conteúdos e conceitos, as SD mostraram, em geral, avaliação mais que suficientes. Conforme sugerido na validação da SD no formato presencial, foi incluído o conceito químico de misturas azeotrópicas, trazendo aprofundamento maior nos aspectos científicos e tecnológicos abordados nas atividades. Na dimensão método de ensino e avaliação as SD se mostraram

mais que satisfatória, trazendo atividades avaliativas ao longo de toda sua aplicação e não apenas em suas culminâncias.

A abordagem CTSA, um dos pontos norteadores da elaboração das duas SD, foi avaliada, em geral, como mais que suficiente. Na dimensão finalidades as duas SD não mostraram nenhuma avaliação insatisfatória. Na dimensão conhecimento, algumas atividades da SD no formato presencial foram alteradas, de modo a trazer de forma mais clara aspectos ligados à sociedade e meio ambiente. Na dimensão procedimento, os resultados sugeriram que as SD serão eficientes para atingir os indicadores propostos.

Na avaliação da perspectiva de promoção da Alfabetização Científica, outro ponto norteador das elaborações das SD, os resultados mostraram que elas possuem atividades com capacidade de incentivar os alunos a alcançarem os indicadores. As atividades foram consideradas diversificadas e com potencial de promover nos sujeitos da pesquisa conexões entre o conhecimento científico e o mundo ao seu redor.

Portanto, os resultados observados nas validações comprovam que as SD no formato presencial e remoto têm potencial para atingirem o objetivo da pesquisa, desde que algumas modificações fossem realizadas. As modificações sugeridas pelos avaliadores foram muito interessantes e, em geral, acatadas.

Destaca-se que a partir dos resultados das validações é possível afirmar que as SD estão muito bem estruturadas segundo os itens avaliativos indicados por Guimarães e Giordan (2011), que apresentam uma abordagem CTSA, segundo as dimensões e indicadores sugeridos por Fernandes, Pires e Villamanam (2014) e que apresentam um bom potencial em promover a alfabetização científica segundo os indicadores de Sasseron e Carvalho (2011) e, no caso da SD no formato remoto, pode despertar no aluno motivação para o estudo no formato proposto durante o período de pandemia.

É importante ressaltar que os avaliadores consideraram que os pontos fortes das SD são a diversificação das atividades e o protagonismo dos alunos.

A partir dos resultados obtidos, ficou clara a capacidade das SD contribuírem para o ensino de conceitos de química a partir do tema etanol e gerarem evolução do pensamento crítico dos estudantes, já que, tanto a abordagem CTSA, como a AF, foram avaliadas como mais que suficiente na maioria das avaliações.

Outro ponto de destaque da pesquisa foi a experiência de passar do ensino presencial para o ensino remoto devido à suspensão das aulas presenciais em decorrência do avanço do novo coronavírus. O desafio foi e está sendo muito grande para os professores e alunos e mostra a necessidade de implementação e evolução dos métodos que cercam o ensino não presencial. Por questões de mobilidade, segurança e acessibilidade ao conhecimento, a metodologia de trabalho nos formatos remoto e híbrido devem ser mais difundidos entre as instituições de ensino, mas para isso é necessário que os professores tenham formação continuada para implementação dos recursos necessários para essa modalidade de ensino.

As dificuldades encontradas foram inúmeras durante o processo de transição, mas mostraram como alunos e professores podem se adaptar a novas formas de aprender e ensinar, desde que as ferramentas utilizadas sejam adequadas ao tipo de metodologia utilizada.

Os resultados dessa pesquisa possibilitaram a construção de um produto educacional contendo duas SD, nos formatos remoto e presencial, trazendo atividades diversificadas como: visita técnica, discussões em grupo, práticas experimentais e recursos tecnológicos que irão auxiliar o professor na sala de aula, seja ela online ou presencial, e trazem, ainda, a possibilidade da mescla de atividades presenciais e remotas, trazendo o modelo de ensino híbrido como uma alternativa as dificuldades encontradas no ensino da química.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, A.R. **Processamento da cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa, 2007.

ANP. Agência nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis. **Boletim Trimestral de Preços de Combustíveis**, agosto de 2019. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/arquivos/publicacoes/boletins-anp/btpvc/boletim-trimestral-2.pdf>. Acesso em 10 jan. 2020.

AKAHOSHI, L. H; SOUZA, F. L; MARCONDES, M. E. R. Enfoque CTSA em materiais instrucionais produzido por professores de química. **Revista Brasileira de ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 3, 2018.

AGUIAR, M; MARTINS, A.; MARIA, L. As drogas no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 18-21, nov. 2003. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A04.PDF>. Acesso em: 6 out. 2019.

ALBARELLI, J. Q. **Produção de açúcar e etanol de primeira e segunda geração: simulação, integração energética e análise econômica**. 2013. Dissertação (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2013.

ALMEIDA, P. C. A.; BIAJONE, J. Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.33, n.2, 2007.

AMARAL, C; XAVIER, E; MACIEL, M. Abordagens das relações ciência/tecnologia/ sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química no ensino médio. **Investigações em ensino de ciências**, v.14, p. 101-114, 2009.

ATKINS, P.W.; JONES, Loretta. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 881 p.

AULER, D. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua Implementação no ensino de física. *In*: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6, Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis, 1998.

BAI, F. W; ANDERSON, W. A. **Ethanol fermentation Technologies from sugar and starch feedstocks**. Biotechnology advances, 2008.

BARROS, P. S; BLUM, R. P. **Produção de etanol a partir do resíduo de batata proveniente da indústria alimentícia.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

BARROS, T. D. **Etanol lignocelulósico.** AGEITEC - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000g63ym1ge02wx5ok0o71pxtm0b852y.html>. Acesso em: 2 out. 2019.

BERNARDO NETO, O. **Integração das principais tecnologias de obtenção de etanol através do processamento de celulose (2ª geração) nas atuais usinas de processamento de cana-de-açúcar (1ª geração).** Dissertação (Mestre em Engenharia de Sistemas) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

BEZERRA, F. Bagaço da cana também produz álcool. **Instituto Ciência Hoje**, 2007. Disponível em: http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/2379/n/bagaco_da_cana_tambem_produz_alcool: Acesso em: 2 out, 2019.

BNDES. **BNDES aprova financiamento de R\$ 1,5 milhão para apoio a pesquisa de inovação em etanol.** 2007. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/noticias/2007/not194_07.asp. Acesso em: 6 jul. 2019.

BRASIL. Decreto 76.593, institui o Programa Nacional do Álcool e dá outras Providências. **Diário Oficial da União**. 14 nov.1975. Seção 1, p. 15257.

BRASIL. Decreto-lei n. 2.201 de 17 de maio de 1940, Abre, pelo Ministério da Agricultura, o crédito especial de 500:000\$0, para despesas da Comissão Nacional de Gasogênio. **Diário Oficial da União**. 20 maio 1940. Seção 1, p. 183.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB 9394/96).** Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>. Acesso em: 29 out. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **O que é COVID-19.** Disponível em: <https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca>. Acesso em: 9 jun.2020.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional (BEN) - 2019.** Ano base: 2018. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf . Acesso em: 10 jan.2020.

BRITO, Romildo Pereira. **Processo de destilação extrativa:** modelagem

dinâmica, simulação e avaliação de nova configuração. 1997. 202f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas.

BROWN, T. L. *et al.* **Química: a ciência central**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CALDEIRA, A. **Ensino de ciências e matemática, II: temas sobre a formação de conceitos**. Editora Unesp, 2009.

CANAONLINE. **Usinas diluem etanol para fabricar álcool antisséptico contra o coronavírus**. Disponível em : <http://www.canaonline.com.br/conteudo/usinas-diluem-etanol-para-fabricar-alcool-antisseptico-contra-o-coronavirus.html>. Acesso em: 9 jun. 2020.

CELANTE, G. X; **Momentos pedagógicos sobre destilação da cachaça: da contextualização histórica ao compromisso social**. Vitória: Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Educação, Ciências e Matemática, 2016.

CETESB. **Quanto as impurezas minerais impactam a produtividade agrícola canavieira**. 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/2018/01/17/quanto-as-impurezas-minerais-impactam-a-produtividade-agricola-canavieira/>. Acesso em: 17 jun. 2020.

CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA (CFC). **Nota Oficial (atualizada) Esclarecimentos sobre álcool gel caseiro, limpeza de eletrônicos e outros**. 18 de março de 2020. Disponível em: <http://cfq.org.br/noticia/nota-oficial-esclarecimentos-sobre-alcool-gel-caseiro-higienizacao-de-eletronicos-e-outros/>. Acesso em: 9 jun.2020.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

CHASSOT, A. **Educação Consciência**. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

CHASSOT, A. **Para que(m) é útil o ensino?** 3. ed. Unijuí: Editora Unijuí, 2014.

CHIEPPE JUNIOR, J, B. **Tecnologia e fabricação do álcool**. Inhumas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia.- GO, 2012.

CNPEM - CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENERGIA E MATERIAIS. **A produção do bioetanol ou etanol de 2ª geração**. 2014. Disponível em: <http://cnpem.br/a-producao-do-bioetanol-ou-o-etanol-de-2a-geracao/>. Acesso em: 8 out. 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Produção de etanol no Brasil mantém recorde com 33,14 bilhões de litros.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2859-producao-de-etanol-no-brasil-mantem-recorde-e-alcanca-33-58-bilhoes-de-litros>. Acesso em: 10 jan. 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Análise Mensal – Cana – de – Açúcar Fevereiro/ Março de 2019.** Disponível em: [www.conab.gov.br › analises-do-mercado](http://www.conab.gov.br/analises-do-mercado). Acesso em: 10 jan. 2020.

COSTA, A.C. **Caso de Sucesso:** produção de etanol (2ª geração). Laboratório de engenharia de processos fermentativos e enzimáticos (LEPFE) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, 2014.

CUNHA, Rodrigo Bastos. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciência. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 1, p. 27-41, 2018.

DANTAS, J. M; **Ensinando química: propostas a partir do enfoque CTSA.** Editoria: LF, 2016.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências:** fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. C. A.. **Educação Consciência.** ed. Santa Cruz do Sul: Editora EDUNISC, 2003.

DINIZ, J. **Uma abordagem contextualizada e diferenciada do tema bioetanol nas aulas de química do ensino médio.** Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

DUARTE, J. C.; LOURENÇO, V.; RIVEIRO, B. **Continuous culture of flocculent yeast for ethanol production.** Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Biotechnology Department, Portugal, 2006.

ELIAS NETTO, C. **João Bottene:** o criador do motor a álcool para carro e avião. Piracicaba: A Província, 2008. Disponível em: <https://www.aprovincia.com.br/memorial-piracicaba/estudos-piracicabanos/joao-bottene-o-criador-do-motor-a-alcool-para-carro-e-aviao-1-3419/>. Acesso em 16 jun. 2020.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Matriz Energética e Elétrica**, 2019.

FERNANDES, I. M; PIRES, D. M; IGLESIA, J.D. Ciência-tecnologia-sociedade-ambiente nos documentos curriculares portugueses de ciências. **Cad. Pesqui.** v.47, n.165, São Paulo July/Sept. 2017.

FERNANDES, I. M; PIRES, D. M; VILLAMAÑÁN, Rosa. Educación científica con enfoque CTSA: construcción de un instrumento de análisis de las directrices curriculares. **Formación Universitaria**, Chile, v. 7, n. 5, p. 23-32, 2014.

FONSECA, S.G.G. *et al.* Estudo investigativo no ensino de química: os poderes caloríficos dos combustíveis Etanol, Querosene e Gasolina. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA*, 58, 2018, **Anais ...**São Luís - MA: CBQ, 2018.

FOUREZ, G., “Crise no Ensino de Ciências?”, **Investigações em Ensino de Ciências**, v.8, n.2, 2003.

FRANÇA, R. 70 questões para entender o etanol. **Revista Veja**, ed. 2052, 19 mar. 2008, p. 37. GESEL – Grupo de Estudos do Setor Elétrico. Rio de Janeiro –RJ, 2008. Disponível em: <http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 60 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

FREIRE, P. **Educação como prática de liberdade**. São Paulo: Paz e Terra, 1980.

GALVÃO, J. Agrocombustíveis x biocombustíveis. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://parafalardegeografia.blogspot.com/2012/07/agrocombustiveis-x-biocombustiveis.html>. Acesso em: 1 out. 2019.

GARCIA, T, C, M *et al.* **Ensino remoto emergencial, proposta de design para organização das aulas**. Natal: UFRN, 2020.

GIACOMINI, A.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 339-355, 2015.

GIL, A; C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Elementos para Validação de Sequências Didáticas. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 9., 2013, **Anais...**, Águas de Lindóia, SP, 2013,

GOLDEMBERG, J; LUCON, O. Energias renováveis: um futuro sustentável. **Revista USP**, São Paulo, n.72, p. 6-15, dezembro/fevereiro 2006-2007

GOOGLE MAPS. **Visão externa da escola Miguel Afonso**. 2016.

IPEA. **Biocombustíveis no Brasil: etanol e biodiesel**. Comunicados IPEA. 2010.

KARINE, S; BRITO B; OLIVEIRA H; JESUS G. **Ação PIBID IFMS química no cotidiano**: produção de etanol por fermentação de alimentos, 2016.

LEAL, M; ARAÚJO, D; PINHEIRO, P. Alcoolismo e educação química. **Química nova na Escola**, v. 34, n. 2, 2012.

LOPES, H. C; GABRIEL V. M. D. A; BORGES, T. M. **Tecnologia Sucroalcooleira** São Carlos: UAB-UFSCar, 2011.

MACEDO, I. C. **A Energia da Cana-de-açúcar**: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berlendis & Vertecchia, 2005.

MARQUES, A; MARANDINO, M. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 44, 2018.

MARTINS, C. R.; SILVA, L. A.; ANDRADE, J. B. de. Sulfetos: porque nem todos são insolúveis. **Química Nova**, v.33, n.2283, 2010.

MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; Andrade, J. B. de. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Química Nova**, v 36, n. 8, 2013.

MANZATO, A. J; SANTOS, A. B. **A elaboração de questionários na pesquisa qualitativa**. Disponível em: <http://docs13.minhateca.com.br/302832027,BR,0,0,Pesquisa-Quantitativa-exemplos.doc>. Acesso em: 19 dez.2016.

MOREIRA, H; CALEFFE, L. G. **Metodologia de pesquisa para o professor pesquisador**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Lamparina, 2008.

NOVACANA. **Processos de fabricação do etanol**. 2016. Disponível em: <https://www.novacana.com/etanol/fabricacao/>. Acesso em: 08 out. 2019.

NOVACANA. **Contextualização histórica do etanol**. 2014. Disponível em: <https://www.novacana.com/estudos/contextualizacao-historica-do-etanol>. Acesso em: 08 out. 2019.

OLIVEIRA, B; MASSENA, M; AFONSO, C. A densidade e a evolução do densímetro. **Revista Brasileira Ensino de Física**, v. 35, n.1, 2013.

OLIVEIRA, M. M. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

PACHECO, T. F. **Produção de Etanol**: primeira ou segunda geração? circular técnica (INFOTECA-E), Brasília, 20 abr. 2011. 6 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/886571/1/CITE04.pdf>. Acesso em: 2 out. 2019.

PAZ, G. S. B.; AVILA, P. de; LEAL, S. H. B. de S. Indicadores de alfabetização científica de professores em serviço: a bioquímica como contexto formativo: biochemistry as a formative context. **Linhas Críticas**, n.25, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.26512/lc.v24i0.21587>. Acesso em: 10 fev. 2020.

PEDREIRA, F. Q. *et al.* Construção de um destilador simples como alternativa didática a partir da utilização de materiais de baixo custo e fácil aquisição. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 26., ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA, 10., Salvador, BA. **Anais ...**, Salvador, 2012.

PEREIRA, P; ANDRADE, J. Fontes, Reatividade e Quantificação de Metanol e Etanol na Atmosfera. **Química nova na Escola**, São Paulo, v. 21, n. 6, 1998.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque cts para o contexto do ensino médio. **Ciência e educação**, Bauru, [online], v.13, n.1, pp. 71-84, 2007.

REIS, T. **Preço do petróleo**: como varia essa commodity no mercado internacional. Suno artigos. 2018. Disponível em: <https://www.sunoresearch.com.br/artigos/preco-do-petroleo/>. Acesso em: 8 out.2019.

RESEARCH, A. **Intensive Field trial of ethanol/petrolblend in vehicles**. Sydney, 1998. (Energy Development Research Corporation. Project, 2511).

RESTREPO, M. M. C. **El Enfoque CTS en la formación inicial de profesores de ciencias en la Universidad**. Mesa-redonda: Educação em ciências com enfoque CTS: desafios no contexto Ibero-Americano-MR3. *In*: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE NO ENSINO DAS CIÊNCIAS, 2., 2010, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, 2010.

RESENDE, D; CASTRO, R; PINHEIRO, P. O Saber Popular nas Aulas de Química: Relato de Experiência Envolvendo a Produção do Vinho de Laranja e sua Interpretação no Ensino Médio, **Química nova na Escola**, v. 32, n. 3, 2010.

REYNOL, F. **Agência Fapesp**. 2010. Disponível em: <http://pensandoprafrente.blogspot.com.br/2010/03/sustentabilidade-energetica-comecara.html>. Acesso em: 1 out. 2019.

RIBEIRO, R. Estado e biocombustíveis: uma parceria para o desenvolvimento? **Ponto de Vista**, n. 8, ago. 2013. Disponível em: <http://neic.iesp.uerj.br/pontodevista/pdf/Ponto%20de%20Vista%20N.8,%20agosto%202013.pdf> . Acesso em: 14 maio 2019.

ROCHA, W.R. Interações Intermoleculares. **Cadernos temáticos de Química Nova na Escola**. n.4, Maio, p. 31 –36, 2001.

ROSSETO, R. **Árvore do conhecimento: cana-de-açúcar – queima**. 2006. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01_92_22122006154841.html#:~:text=A%20queima%20da%20palhada%20de,uma%20pr%C3%A1tica%20comum%20no%20Brasil.&text=A%C3%A7%C3%B5es%20de%20entidades%20ambientais%20originaram,e%20de%20sua%20gradual%20elimina%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 17 jun. 2020.

SANTOS, A. M. **Estudo da influência da complementação de nutrientes no mosto sobre o processo de fermentação alcoólica em batelada**. 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alagoas, Maceio, 2008.

SANTOS, W. L. P; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola pesquisa**. n.4, p. 28-34, 1996.

SASSERON, L. H.; CARVALHO. A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13, p.333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO. A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SCAFI, S. Contextualização do ensino de química em uma escola militar **Química Nova na Escola**, v. 32, n.3, 2010.

SCANDIFFIO, Mirna Ivonne Gaya. **Análise prospectiva do álcool combustivel no Brasil - cenários 2004-2024**. 2005. 300p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/264186>. Acesso em: 20 jun. 2020.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, 25(1), 14–24, 2002.

SCHNETZLER, R. P. **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens**. CAPES/UNIMEP, 2000.

SEIXAS, Raul; RASMUSSEN, Oscar; BARRETO, Tania. **Letra de movido a álcool**. Disponível em: <https://www.musixmatch.com/pt-br/letras/Raul-Seixas/Movido-a-%C3%81lcool>. Acesso em: 1 out. 2019.

SIAS, B. D. **Mudança de estado físico, pressão de vapor..** Pelotas: CEFET-RS. 2006.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Visões de Contextualização de Professores de Química na Elaboração de seus próprios Materiais Didáticos. **Ensaio –Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.12, n.1, 2010, p. 101-108.

SILVA, T. S; TAVARES, C. V. **Ensino de Química:** A produção de etanol em uma abordagem investigativa para o ensino médio. Congresso Nacional de Educação, 2015.

SOARES, B. G. ; SOUZA, Nelson Ângelo; PIRES, Dario Xavier. **Química Orgânica:** teoria e técnicas de preparação, purificação e identificação de compostos orgânicos. Rio de Janeiro: Editora Guanabara S.A., 1998

STRAPASSON, A; JOB, L. Etanol, meio ambiente e tecnologia. Reflexões sobre a experiência brasileira. **Revista de política agrícola**, v. 15, n.3 – Jul./Ago./Set.2006.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa:** ação. São Paulo: Cortez, 2005.

UNICA. **Evolução das vendas de automóveis por tipo de combustível utilizado.** 2018. Disponível em: <http://unicadata.com.br/historico-de-consumo-de-combustiveis.phpidMn=11&tipoHistorico=10&acao=visualizar&idTabela=2373&produto=Etanol%2Banidro%2Bcombust%2526iacute%253Bvel&nivelAgregacao=1>. Acesso em: 1 out. 2019.

VASCONCELLOS, M. M. M. Aspectos pedagógicos e filosóficos da metodologia da problematização. *In:* BERBEL, N. A. N. **Metodologia da problematização:** fundamentos e aplicações. Londrina: EDUEL, 1999. p. 29-59.

VIEIRA, T. C; VIEIRA, R. M. Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: Impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. **Ciência & Educação**, 11(2), 2005, p. 191-211.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

BEHAR, P. A. **O Ensino Remoto Emergencial e a Educação a Distância**. 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/coronavirus/base/artigo-o-ensino-remoto-emergencial-e-a-educacao-a-distancia/>. Acesso em: 10 jan. 2020.

BRAIBANTE, M. *et al.* A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico: uma abordagem interdisciplinar. **Química nova na Escola**, v. 35, n. 1, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Conselho Nacional de Educação Conselho Pleno**. Resolução n. 2, de 1 de Julho de 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file>. Acesso em: 1 out. 2019.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em 10 jan. 2020.

CAMPOS, A.R.F.C. *et al.* Síntese de etanol a partir da fermentação alcoólica da sacarose. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA*, 52. 2012, Recife. Anais... Recife, 2002.

FERREIRA, M; PINO, J. Estratégias para o ensino de química orgânica no nível médio: uma proposta curricular. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v.11, n.1, 2009.

FRIGOTTO, G. O enfoque da dialética materialista histórica na pesquisa educacional. *In: FAZENDA, I. (org.) Metodologia da pesquisa educacional*. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2000, p. 69-90.

GIL, A; C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**.4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, S. A. V. “**Disponibilidade e uso de água no Brasil: irrigação**”. A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Unica, 2005.

UNICA. **Produção de etanol em mil metros cúbicos, entre 1980 e 2018**. Disponível em: <http://unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4>. Acesso em: 1 out. 2019.

UNICA. **União da Indústria de Cana-de-Açúcar. Etanol registra recorde histórico de consumo no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://unica.com.br/noticias/etanol-registra-recorde-historico-de-consumo-no-brasil/>. Acesso em: 10 jan. 2020.

WIZIACK, J; URIBE, G. Decreto pode elevar para até 40% percentual de etanol na gasolina. **Jornal Folha de São Paulo**, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/03/decreto-pode-elevar-para-ate-40-percentual-de-etanol-na-gasolina.shtml>. Acesso em: 1 out. 2019.

**ANEXO A - Matriz curricular do curso de licenciatura em química da Ufes
2002.**

Período	Nome da Disciplina	Carga Horária	Período	Nome da Disciplina	Carga Horária
1°	Geometria Analítica	60 horas	4°	Química Orgânica Experimental I	60 horas
1°	Química Geral I	60 horas	4°	Química Inorgânica Experimental I	60 horas
1°	Química Geral Experimental I	60 horas	5°	Organização e Funcionamento do Ensino Fundamental e Médio	60 horas
1°	Física I	75 horas	5°	Físico – Química I	60 horas
1°	Cálculo I	75 horas	5°	Química Inorgânica II	60 horas
2°	Física Experimental I	45 horas	5°	Química Analítica Quantitativa II	90 horas
2°	Química Geral II	60 horas	5°	Química Orgânica Experimental II	60 horas
2°	Física II	75 horas	5°	Química Inorgânica Experimental II	60 horas
2°	Cálculo II	75 horas	6°	Processos Químicos Industriais	60 horas
2°	Química Geral Experimental I	60 horas	6°	Mineralogia	60 horas
3°	Cálculo III	75 horas	6°	Didática	60 horas
3°	Química Orgânica I	60 horas	6°	Instrumentação para o Ensino de Química	120 horas
3°	Química Analítica Qualitativa	90 horas	6°	Físico – Química II	60 horas
3°	Psicologia da Educação	60 horas	6°	Química Ambiental	60 horas
3°	Física III	75 horas	7°	Bioquímica	60 horas
4°	Física Experimental II	45 horas	7°	Físico – Química III	60 horas
4°	Química Orgânica II	60 horas	7°	Prática de Ensino de Química	120 horas
4°	Química Inorgânica I	60 horas	7°	Físico – Química Experimental	60 horas
4°	Química Analítica Quantitativa I	90 horas	8°	Tópicos Especiais no Ensino de Química	60 horas

ANEXO B. Carta de anuência para desenvolvimento da pesquisa na instituição

APÊNDICES

Apêndice A. Carta de anuência para desenvolvimento da pesquisa na instituição



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
 Av. Min. Salgado Filho, 1000 - Soteco, Vila Velha - ES, 29106-010
 (27) 3149-0700

CARTA DE ANUÊNCIA PARA DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA NA INSTITUIÇÃO COLÉGIO MIGUEL AFONSO

Autorizo a realização da pesquisa intitulada **"ETANOL: UMA ABORDAGEM CTSA COM PERSPECTIVA DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA."**, coordenada pelo pesquisador **Diego Becalli Broseguini**, a ser realizada no Colégio Miguel Afonso, situado em Teixeira de Freitas – Bahia, em conformidade com os objetivos e metodologias previamente apresentados.

Como representante do Colégio Miguel Afonso, estou ciente das responsabilidades associadas ao projeto de pesquisa no compromisso do resguardo da segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa recrutados. Declaro ainda estar ciente da autonomia de cada indivíduo em aceitar ou recusar a participar da pesquisa, independente da anuência que apresento.

Esta autorização está condicionada à aprovação da pesquisa elencada acima por um Comitê de Ética em Pesquisa, legalmente instituído, como forma de resguardar o cumprimento da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde – CNS e suas complementares.

O descumprimento desses condicionamentos assegura-me o direito de retirar minha anuência a qualquer momento da pesquisa.

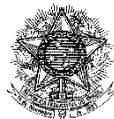
Teixeira de Freitas, 13 de junho de 2020.

Nome e assinatura do responsável pela instituição

Márcia Valéria Souza Alves Brito
 DIRETORA
 Aut. SEC - P 9061251/09

COLÉGIO MIGUEL AFONSO
 CENTRO EDUCACIONAL SOUZA ALVES LTDA-EPP
 Rua Félix Ramos de Souza, 333 - Centro
 Teixeira de Freitas - CEP 45.365-054
 CNPJ 33.804.229/0001-27 - Tel. 73 3291-1915

**ANEXO C - Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido -
TCLE para responsável legal pelo menor de 18 anos**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Av. Min. Salgado Filho, 1000 - Soteco, Vila Velha - ES, 29106-010

(27) 3149-0700

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS - Resolução
466/12)**

Prezado(a) Senhor(a), solicitamos a sua autorização para convidar o(a) seu/sua filho(a)

para participar como voluntário(a) da pesquisa: "ETANOL: UMA ABORDAGEM CTSA COM PERSPECTIVA DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA". Resido no endereço Rua Garibaldi, nº 34, Recanto do Lago, Teixeira de Freitas - BA, CEP: 45987-124, e-mail diegoufes@gmail.com. Também participa desta pesquisa a orientadora Denise Rocco de Sena, e-mail: derocco@gmail.com. Caso este Termo de Consentimento contenha informação que não lhe seja compreensível, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando, e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Caso não concorde, não haverá nenhum problema, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Prezado estudante, esta pesquisa de mestrado tem como objetivo promover a alfabetização científica por meio da abordagem que envolve ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. O tema escolhido, Etanol Combustível, é importante, uma vez que o Brasil é um principais produtores e consumidores dessa substância e o mesmo está diretamente relacionado a aspectos sociais, econômicos e ambientais do nosso país.

A metodologia desta pesquisa consistirá em aplicação de sequência de atividades durante 12 aulas que acontecerão entre 1 de abril a 15 de abril de 2020 (se aprovado este projeto pelo Conselho de Ética e Pesquisa do Ifes), onde os estudantes realizarão visita técnica, discussão de músicas e charges, levantamento de conceitos químicos e práticas experimentais além de responderem a questionários relacionados à temática. Durante a realização das atividades você e os demais alunos serão observados, analisados, fotografados e em algumas situações, filmados. Após a aplicação da sequência didática todos os dados por mim levantados serão compilados e apresentados na forma de dissertação de mestrado, objetivando a análise da ocorrência ou não da alfabetização científica em relação ao tema. Foram feitos dois documentos a serem assinados pelos alunos e respectivos pais, no caso de serem menores de 18 anos. Os respectivos documentos encontram-se anexados na plataforma/apêndice do projeto: TALE (12 a 18 anos) e TCLE (maiores de 18 anos ou emancipados).

Riscos da pesquisa: Os riscos mínimos de participação na pesquisa se referem aos pequenos desconfortos que você poderá sentir aos registros fotográficos. Contudo, não é obrigatório a participação no registro fotográfico e caso haja filmagem, esta servirá apenas para transcrição das falas, portanto, nunca será veiculada sendo de uso específico do pesquisador. Cabe ressaltar que, nas anotações, seu nome será fictício. E ainda, será utilizado um recurso computacional para desfocar seu rosto nas fotos e, com isso, não te identificaremos. A professora/pesquisadora, no papel de observadora, irá zelar pelos participantes, para que os mesmos não se sintam constrangidos de nenhuma forma.

Desta forma, foram tomadas as seguintes ações:

- 1- Sempre os sujeitos serão informados sobre a participação da investigação, com assinatura da autorização pelo uso do depoimento oral.
- 2- No caso do uso de fotografias, haverá um termo de autorização do uso de imagem.
- 3- Todos os nomes dos alunos serão codificados, não sendo exposto em nenhum momento.
- 4- A participação na investigação é voluntária, nem comprometendo nem os sujeitos envolvidos, nem a investigação, no caso de desistência. O sujeito poderá desistir de sua participação a qualquer momento.
- 5- A pesquisa contará somente com alunos com idade superior a 14 anos. Para os que possuem menos de 18 anos, também haverá um termo assinado pelos pais.

É relevante considerar pequenos constrangimentos dos alunos em não conseguirem realizar as atividades propostas. Para minimizar os riscos de exposição dos sujeitos da pesquisa, serão tomadas as seguintes precauções: reforçar que os dados dos participantes não serão divulgados e que os alunos fazem parte de uma pesquisa na qual estão em processo de aprendizagem, todos os nomes dos alunos serão codificados não sendo identificado em nenhum momento, esclarecer que a participação na investigação é voluntária, não comprometendo nem os sujeitos envolvidos, nem a investigação.

Benefícios diretos e indiretos para os voluntários: A pesquisa tem como benefícios oportunizar aos alunos o contato com uma metodologia diferenciada que poderá se tornar um fator de motivação ao estudo, uma experiência que contribui com a capacidade de trabalhar em equipe e que desenvolva a organização e a autonomia. Os voluntários poderão beneficiar-se de melhorias no ensino como um todo. A partir das ações realizadas ao longo da investigação, será elaborado um guia didático voltado para o Ensino de Química pela abordagem do tema “Etanol – Abordagem CTSA com perspectiva de alfabetização científica”.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos

voluntários, a não ser entre as responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa como gravações, entrevistas, fotos e filmagens ficarão armazenados em pastas de arquivo, memórias auxiliares, como pen drive, e computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, pelo período de no mínimo 5 anos. Nem você e nem seu filho (a) pagarão nada para participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____ responsável pelo menor _____, fui informado(a) dos objetivos da pesquisa “ETANOL: UMA ABORDAGEM CTSA COM PERSPECTIVA DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA” de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de consentimento de participação do Menor sob minha responsabilidade, se assim o desejar. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Teixeira de Freitas, _____ de _____ de 2020.

Nome completo (participante)

Data

Nome completo (pesquisadora responsável)

Data

Nome completo (testemunha)

Data

Em caso de desistência do Menor sob minha responsabilidade em permanecer na pesquisa, autorizo que os seus dados já coletados referentes a resultados de exames, questionários respondidos e similares ainda sejam utilizados na pesquisa, com os mesmos propósitos já apresentados neste TCLE.

Nome completo (participante)

Data

ANEXO D. Modelo de Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, para participantes menores de idade.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Av. Min. Salgado Filho, 1000 - Soteco, Vila Velha - ES, 29106-010

(27) 3149-0700

**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE
(PARA MENORES DE 18 ANOS - Resolução 466/12)**

OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 18 anos não eliminará a necessidade do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deverá ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

Querido _____, estudante

_____, eu Diego Becalli Broseguini, gostaria de convidá-lo, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais], para participar como voluntário(a) da pesquisa de minha responsabilidade, intitulada: “ETANOL: UMA ABORDAGEM CTSA COM PERSPECTIVA DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA”. Resido no endereço Rua Garibaldi, nº 34, Recanto do Lago, Teixeira de Freitas - BA, CEP: 45987-124, e-mail diegoufes@gmail.com. Também participa desta pesquisa a orientadora Denise Rocco de Sena, e-mail: derocco@gmail.com. Caso este Termo de Assentimento contenha informação que não lhe seja compreensível, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando, e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubricue as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Você será esclarecido(a) sobre qualquer dúvida e estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Prezado estudante, esta pesquisa de mestrado tem como objetivo promover a alfabetização científica por meio da abordagem que envolve ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. O tema escolhido, Etanol Combustível, é importante, uma vez que o Brasil é um principias produtores e consumidores dessa substância e o mesmo está diretamente relacionado a aspectos sociais, econômicos e ambientais do nosso país.

A metodologia desta pesquisa consistirá em aplicação de sequência de atividades durante 12 aulas que acontecerão entre 1 de abril a 15 de abril de 2020 (se aprovado este projeto pelo Conselho de Ética e Pesquisa do Ifes), onde os estudantes realizarão visita técnica, discussão de músicas e charges, levantamento de conceitos químicos e práticas experimentais além de responderem a questionários relacionados à temática. Durante a realização das atividades você e os demais alunos serão observados, analisados, fotografados e em algumas situações, filmados. Após a aplicação da sequência didática todos os dados por mim levantados serão compilados e apresentados na forma de dissertação de mestrado, objetivando a análise da ocorrência ou não de pensamento crítico sobre drogas e aprendizagem significativa crítica proporcionados pelas atividades. Foram feitos dois documentos a serem assinados pelos alunos e respectivos pais, no caso de serem menores de 18 anos. Os respectivos documentos encontram-se anexados na plataforma/apêndice do projeto: TALE (12 a 18 anos) e TCLE (maiores de 18 anos ou emancipados).

Riscos da pesquisa: Os riscos mínimos de participação na pesquisa se referem aos pequenos desconfortos que você poderá sentir aos registros fotográficos. Contudo, não é obrigatório a participação no registro fotográfico e caso haja filmagem, esta servirá apenas para transcrição das falas, portanto, nunca será veiculada sendo de uso específico do pesquisador. Cabe ressaltar que, nas anotações, seu nome será fictício. E ainda, será utilizado um recurso computacional para desfocar seu rosto nas fotos e, com isso, não te identificaremos. A professora/pesquisadora, no papel de observadora, zelar

pelos participantes, para que os mesmos não se sintam constrangidos de nenhuma forma.

Desta forma, foram tomadas as seguintes ações:

1- Sempre os sujeitos serão informados sobre a participação da investigação, com assinatura da autorização pelo uso do depoimento oral.

2- No caso do uso de fotografias, haverá um termo de autorização do uso de imagem.

3- Todos os nomes dos alunos serão codificados, não sendo exposto em nenhum momento.

4- A participação na investigação é voluntária, nem comprometendo nem os sujeitos envolvidos, nem a investigação, no caso de desistência. O sujeito poderá desistir de sua participação a qualquer momento.

5- A pesquisa contará somente com alunos com idade superior a 14 anos. Para os que possuem menos de 18 anos, também haverá um termo assinado pelos pais.

É relevante considerar pequenos constrangimentos dos alunos em não conseguirem realizar as atividades propostas. Para minimizar os riscos de exposição dos sujeitos da pesquisa, serão tomadas as seguintes precauções: reforçar que os dados dos participantes não serão divulgados e que os alunos fazem parte de uma pesquisa na qual estão em processo de aprendizagem, todos os nomes dos alunos serão codificados não sendo identificado em nenhum momento, esclarecer que a participação na investigação é voluntária, não comprometendo nem os sujeitos envolvidos, nem a investigação.

Benefícios diretos e indiretos para os voluntários: A pesquisa tem como benefícios oportunizar aos alunos o contato com uma metodologia diferenciada que poderá se tornar um fator de motivação ao estudo, uma experiência que contribui com a capacidade de trabalhar em equipe e que desenvolva a organização e a autonomia. Os voluntários poderão beneficiar-se de melhorias no ensino como um todo. A partir das ações realizadas ao longo da investigação, será elaborado um guia didático voltado para o Ensino de Química pela

abordagem do tema “Etanol – Abordagem CTSA com perspectiva de alfabetização científica”.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre as responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa como gravações, entrevistas, fotos e filmagens ficarão armazenados em pastas de arquivo, memórias auxiliares, como pen drive, e computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, pelo período de no mínimo 5 anos. Nem você e nem seus pais [ou responsáveis legais] pagarão nada para você participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

**DECLARO O MEU CONSENTIMENTO PARA PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA
NESTA PESQUISA.**

“Eu, declaro ter compreendido os objetivos, a natureza, os riscos e os benefícios deste estudo, que estão descritos neste ‘Termo de Assentimento Livre e Esclarecido’, ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa. Estou consciente que posso deixar de participar deste estudo em qualquer momento, durante ou após minha participação, sem penalidades, perdas ou prejuízos para minha pessoa ou de qualquer equipamento ou benefício que possa ter adquirido, que possuí tempo razoável para decidir, livre e voluntariamente, participar deste estudo”.

Teixeira de Freitas, _____ de _____ de 2020

Nome completo do participante: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/____ Telefone:

_____ Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura do Participante

Eu, Diego Becalli Broseguini, pesquisador responsável pela pesquisa, declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas pelo participante.

Assinatura pesquisador:

Data: ___/___/____

ANEXO E. Consentimento pós-informação – Responsável pelo menor.**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Av. Min. Salgado Filho, 1000 - Soteco, Vila Velha - ES, 29106-010

(27) 3149-0700

AUTORIZAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO
VOLUNTÁRIO(A)**

Eu, _____, RG nº _____, confirmo que o pesquisador Diego Becalli Broseguini, explicou-me os objetivos desta pesquisa, bem como, a forma de participação. As alternativas para a participação do menor _____ também foram discutidas. Eu li e compreendi este Termo de Consentimento, portanto, eu concordo em dar meu consentimento para o menor participar como voluntário desta pesquisa.

Teixeira de Freitas, _____ de _____ de 2020.

Assinatura do(a) participante

Assinatura do responsável pelo participante

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar (duas testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO F. Termo de autorização de uso de imagem e som

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
 Av. Min. Salgado Filho, 1000 - Soteco, Vila Velha - ES, 29106-010

AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E SOM

Pelo presente documento, eu _____, RG: _____ CPF: _____ domiciliado na Rua _____, número _____ Cidade _____, CEP _____, declaro ceder ao pesquisador Diego Becalli Broseguini, CPF:105.636.257-08, RG: 1412202-ES, domiciliada Rua Garibaldi, nº 54, Recanto dos Lagos, Teixeira de Freitas - BA, CEP: 45987-124, sem quaisquer restrições quanto aos seus efeitos patrimoniais e financeiros, a plena propriedade e os direitos autorais de minha imagem e som de voz que prestei em depoimento de caráter histórico e documental aos alunos participantes do Projeto "ETANOL: UMA ABORDAGEM CTSA COM PERSPECTIVA DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA". Esses alunos foram previamente autorizados pelos seus responsáveis e estão sob orientação da pesquisadora aqui referida. O depoimento foi realizado na cidade de _____, Estado _____, em ____/____/____ e será utilizado como subsídio à construção de sua dissertação de Mestrado em Química do Instituto Federal do Espírito Santo. O pesquisador acima citado fica conseqüentemente autorizado a utilizar, divulgar e publicar para fins acadêmicos e culturais, o mencionado depoimento, no todo ou em parte, editado ou não, com a ressalva de garantia da integridade do seu conteúdo.

Local e Data:

_____, _____ de _____ de _____.

(Assinatura do entrevistado/depoente)

2) Qual(is) seu(s) objetivo(s) em concluir o ensino médio?

apenas obter o certificado de conclusão

entrar na faculdade

entrar em curso profissionalizante

entrar no mercado de trabalho

Outros: _____

3) Qual (is) disciplina(s) você mais gosta? Por quê?

4) Utilize os números abaixo para descrever a escolaridade de sua mãe, seu pai, irmão e/ou irmã (caso os tenha). E indique a idade dos mesmos no espaço ao lado.

(1) Ensino Fundamental incompleto

(2) Ensino Fundamental completo

(3) Ensino Médio incompleto

(4) Ensino Médio completo

(5) Curso Técnico

(6) Ensino Superior

(7) Pós-graduação

Mãe: () _____ anos

Pai: () _____ anos

Irmã I: () _____ anos

Irmão I: () _____ anos

Irmã II: () _____ anos

Irmão II: () _____ anos

Irmã III: () _____ anos

Irmão III: () _____ anos

5) Qual curso pensa em cursar na graduação?

6) O responsável por você trabalha? Em qual profissão?

7) Você trabalha? Em qual profissão?

8) Você possui computador em sua residência? Quantos? Você tem acesso à internet?

Computador: () Sim () Não Quantidade: _____ Acesso
à internet: () Sim () Não

10) Você tem celular? E acesso a internet por ele em casa?

Celular: () Sim () Não Tem acesso a internet por ele em casa? ()sim
() não

11) Quantas horas por dia você costuma estudar fora da sala de aula?

() menos que 1h. () de 1h a 2h. () de 2h a 3h. () mais que 3h.

FOREGROUND – LIMITE DE FRONTEIRA

De acordo com os planos que você tem hoje para a sua vida, descreva a forma como você se vê nos próximos anos (descrevendo sua profissão, estado civil, hobbies, o que achar importante), em cada intervalo de idade:

Dos 18 aos 20 anos:

Dos 20 aos 30 anos:

Acima de 30 anos:

O que você espera aprender ao participar do Projeto de Mestrado apresentado em sala para sua turma, intitulado “Etanol, uma abordagem CTSA com perspectiva de alfabetização científica”?

APÊNDICE H - Roteiro de aula experimental da atividade 4 da sequência didática.

ATIVIDADE 4: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO ETANOL

Experimento 1: Comparação entre etanol, água e gasolina

Introdução

A análise sensorial é um método usado para medir, analisar e interpretar as características de diversos produtos, desde alimentos a produtos de limpeza. São analisadas características percebidas pelo olfato, visão, paladar, audição e tato, usando conhecimentos de fisiologia, psicologia, ciência de alimentos e estatística.

Neste experimento vamos realizar a análise sensorial por meio da visão, tato e olfato visando identificar as substâncias água, etanol e gasolina.

Materiais e Reagentes

- Três tubos de ensaio.
- 10 ml de água.
- 10 ml de etanol.
- 10 ml de gasolina.
- Máscaras de proteção.
- Óculos de proteção.

Procedimento

Em três recipientes, de mesmo volume, estarão presentes 10 ml de água, 10 ml de etanol e 10 ml de gasolina comum. O aluno deverá realizar uma análise sensorial (cheiro e viscosidade), identificar as três substâncias e responder as seguintes perguntas em seu diário de pesquisa:

Pergunta 1: Em que aspecto (s) as três substâncias são diferentes com base na análise sensorial?

Pergunta 2: Em que aspectos são iguais? Justifique em termos químicos essas diferenças sensoriais.

Realizar uma pesquisa sobre a cor da gasolina a ser discutida na atividade 5. A pesquisa deve ser registrada no diário de pesquisa.

Experimento 2: Miscibilidade do etanol em água

Introdução

Existem três aspectos que devem ser considerados quando analisamos a solubilidade dos compostos orgânicos em água e entre si, que são: a polaridade, as forças de atração intermolecular e o tamanho da cadeia carbônica. Nesse experimento iremos analisar a solubilidade do etanol em água.

Materiais e Reagentes

- Béquero de 25 ml.
- 10 ml de etanol.
- 10 ml de água.
- Máscaras de proteção.
- Óculos de proteção.

Procedimento

Em um mesmo recipiente, acrescentar os volumes de água e etanol usados do experimento 1 e responder, no diário de pesquisa, a seguinte pergunta:

Água e etanol são completamente miscíveis? Explique o que observou baseado em conceitos químicos.

Experimento 3: Miscibilidade do etanol em gasolina

Introdução

Existem três aspectos que devem ser considerados quando analisamos a solubilidade dos compostos orgânicos em água e entre si, que são: a polaridade, as forças de atração intermolecular e o tamanho da cadeia carbônica. Nesse experimento iremos analisar a solubilidade do etanol em gasolina.

Materiais e Reagentes

- Béquer de 25 ml.
- 10 ml de etanol.
- 10 ml gasolina.
- Máscaras de proteção.
- Óculos de proteção.

Procedimento

Em um mesmo recipiente, acrescentar 10 ml de etanol e 10 ml de gasolina e responder, no diário de pesquisa, a seguinte pergunta:

Gasolina e etanol são completamente miscíveis? Explique o que observou baseado em conceitos químicos.

Experimento 4: Determinação do teor de Etanol na Gasolina.

Introdução

O etanol anidro ou absoluto, que é praticamente isento de água (quase 100% etanol), é acrescentado a gasolina por apresentar duas vantagens principais:

1- Aumenta o índice de octanagem da gasolina:

Conforme explicado no texto Índice de Octanagem da Gasolina, esse índice é a medida de resistência à compressão sofrida pela gasolina no motor de explosão interna do automóvel. Quanto maior a resistência, melhor, porque a gasolina entrará em combustão no momento correto, e não antes, enquanto ainda é comprimida.

O poder calorífico do álcool é menor que o da gasolina. Enquanto a gasolina isenta de álcool produz 46 900 J/g, o etanol combustível produz 27 200 J/g. Assim, o álcool é mais fácil de evaporar e funciona como um antidetonante, aumentando o índice de octanagem da gasolina.

2 - Diminui a emissão de monóxido de carbono para a atmosfera:

A queima incompleta da gasolina produz monóxido de carbono, um gás-estufa que aumenta o problema do aquecimento global. Com a adição de etanol, essa poluição diminui.

Materiais e Reagentes

- Proveta de 100 ml.
- 50 ml de água.
- 50 ml gasolina.
- Máscaras de proteção.
- Óculos de proteção.

Procedimento

Acrescentar 50 ml de água e 50 ml de gasolina em uma proveta e responder a lápis, no diário de pesquisa, as seguintes perguntas:

Pergunta 1: Para que fase o etanol se desloca? Explique.

Pergunta 2: Qual o teor de etanol na gasolina?

Pergunta 3: Quantos litros de etanol estariam presentes em 250000 litros de gasolina vendidas nos postos de combustível?

Fazer os cálculos demonstrando o raciocínio utilizado.

APÊNDICE I - Roteiro de aula experimental da atividade 6 da sequência didática.

ATIVIDADE 6: PRODUÇÃO DE ETANOL: REAÇÃO DE FERMENTAÇÃO

Introdução

O principal método de produção do etanol é por meio da fermentação do melaço da cana-de-açúcar. Essa fermentação é realizada por micro-organismos, principalmente leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, que, na presença da sacarose (açúcar), elaboram uma enzima chamada de invertase que atua como catalisadora da reação de hidrólise da sacarose, transformando-a em glicose e frutose. Depois o micro-organismo elabora outra enzima, a zimase, que catalisa a transformação da glicose e da frutose em etanol.

Materiais e Reagentes

- 100 ml de água morna.
- 15 g de fermento biológico seco.
- 1 litro de Garapa.
- Balança.
- Garrada PET de 2 litros com um furo de tampa.
- Máscaras de proteção.
- Óculos de proteção.

Procedimento

1. Dissolva o fermento biológico em água morna usando o recipiente disponível;
2. Acrescente o caldo de cana (garapa) e deixar em repouso por 30 minutos.
3. Registrar as mudanças ocorridas em seu diário de pesquisa e por fotos além de fazer uma pesquisa acerca da reação ocorrida no processo e sua representação.

4. Após os 30 minutos, a discussão em relação ao experimento será retomada com as seguintes perguntas:

Pergunta 1: O experimento demonstrou um fenômeno químico ou físico? Qual ou quais mudanças evidenciaram esse fenômeno?

Pergunta 2: Quais as mudanças ocorridas no sistema reacional?

As repostas deverão ser registradas no diário de pesquisa e retomadas na atividade 7 para discussão.

APÊNDICE J - Roteiro de aula experimental da atividade 8 da sequência didática.

ATIVIDADE 8: Separação do etanol utilizando o processo de destilação.

Introdução

A destilação é um processo físico de separação de misturas homogêneas. Essa técnica é uma das mais aplicadas em laboratórios de Química e baseia-se na diferença de temperatura de ebulição entre as substâncias que compõem a mistura.

Materiais e Reagentes

- Garrafa (vidro) de 200 mL de leite de coco.
- Garrafa (pet) de 500 mL cheia de água gelada acoplada em uma mangueira de nível conectada ao vidro de leite de coco.
- Tapa para pote de creme facial.
- Cabo de vassoura acoplado a uma tábua de madeira, juntamente com duas hastes de coador para café.
- Lamparina composta por um vidro de medicamento, tampinha de garrafa de cerveja e algodão.

Procedimento

- 1: Fazer um furo pequeno na lateral inferior da garrafa pet de 500 mL para passagem da mangueira que foi introduzida pelo gargalo, o furo foi vedado com cola epóxi.
- 2: Conectar a mangueira no vidro de leite de coco e para não perder os vapores da substância a ser destilada, utilizar uma borracha de sandália tipo havaiana, que será cortada no diâmetro do gargalo para vedar o sistema.

- 3: Fazer em seguida um furo central de mesmo diâmetro da mangueira, que foi inserida na garrafa por meio da borracha.
- 4: Adicionar na garrafa de leite de coco a mistura a ser destilada.
- 5: Molhar o algodão com etanol e acender.

Esquema representativo do experimento de produção de etanol:



Fonte: Pedreira *et al.* (2012)

APÊNDICE K. Instrumento de validação a priori das sequências didática no formato presencial

INSTRUMENTO DE ANÁLISE, AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO DA SEQUÊNCIAS DIDÁTICA			
Baseado em: GUIMARÃES E GIORDAN (2011), FERNANDES, PIRES E VILLAMANAN (2014) E SASSERON E CARVALHO (2011)			
TEMA DA SD ANALISADA: Etanol – Aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais.			
DATA: / /		PÚBLICO ALVO: 2º Ano do Ensino Médio	
NOME DO PROFESSOR AVALIADOR:			
DISCIPLINA(S) MINISTRADA(S) PELO AVALIADOR:			
A – ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO			
Este grupo de análise está dividido em quatro itens de avaliação. Tem como função avaliar aspectos de apresentação das SD, desta forma faz-se necessário a observância dos elementos organizacionais, de redação, clareza linguística, componente temporal e adequação da bibliografia indicada.			
Para cada item avaliativo deve ser atribuído um conceito semi-qualitativo: Insuficiente (I), suficiente (S) e mais que suficiente (MS). No que se refere ao entendimento de tais parâmetros, o item Insuficiente deve ser escolhido quando houver pouca ou nenhuma relação da SD com as questões associadas ao item; Suficiente quando os critérios forem atendidos basicamente e mais que suficiente se existir alta relação entre o item avaliativo e a proposta apresentada na SD.	I (insuficiente)	S (suficiente)	MS (mais que suficiente)
A1. Qualidade e originalidade da SD e sua articulação com os temas da disciplina: Neste item deve-se avaliar se a SD é original, inovadora e se os conteúdos abordados compõem o currículo de química.			
A2. Clareza e inteligibilidade da proposta: Neste item deve-se avaliar se a SD tem uma redação clara e direta, contendo todas as explicações necessárias para seu desenvolvimento.			
A3. Adequação do tempo segundo as atividades propostas: Neste item é necessário avaliar se o tempo designado é condizente com as atividades e metodologias elencadas.			
A4. Referencial Teórico/Bibliografia: Neste item é necessário avaliar se referencial de pesquisa está adequado à proposta, ao tema e aos conteúdos propostos.			
B- PROBLEMATIZAÇÃO			
É por meio da problematização que a formulação dos problemas deve ser construída o que, por sua vez, gera a necessidade de trabalhar um novo conceito evidenciando o emprego dos conteúdos para compreensão da problemática levantada e da realidade, o que acaba por promover a apropriação dos conhecimentos ao se buscar resolver tais problemas. Sendo a problematização o foco em torno do qual os elementos que compõe a SD devem se articular, este é o grupo que possui maior relevância. Para este quesito devem-se observar os seguintes itens de análise:			
Para cada item avaliativo deve ser atribuído um conceito semi-qualitativo: Insuficiente (I), suficiente (S) e mais que suficiente (MS).	I (insuficiente)	S (suficiente)	MS (mais que suficiente)
B1. A Problematização Neste item é necessário avaliar se a escolha e a forma da problematização foram construídas segundo a temática proposta, se é contextualizada, se é atual e principalmente e se motiva os estudantes a participação das atividades que compõem a SD.			
B2. Coerência Interna da SD Neste item a deve-se avaliar se a estrutura da problematização se conecta aos diversos elementos de ensino que constituem a SD.			
B3. A problemática nas perspectivas Social/Científica Neste item é necessário avaliar se a problematização, conforme apresentada, fornece elementos para análise de situações sociais sob a perspectiva científica? A problematização apresentada aos estudantes faz parte da realidade social e/ou do seu cotidiano vivencial? É estabelecida claramente a relação entre a sociedade, a Ciência e as implicações sociais do tema?			
B4. Articulação entre os conceitos e a problematização Neste item é necessário avaliar se existe uma estreita relação entre a problematização da sequência didática e os conceitos trabalhados.			
B5. Contextualização do problema: Neste item pretende-se avaliar se o contexto está imerso na abordagem que se propõe ao problema. Desta forma, a contextualização deve promover um melhor entendimento do problema e conseqüentemente uma melhor solução.			

<p>B6. O problema e sua resolução: Ainda que se apresente um problema aberto, espera-se que sua resolução ou possibilidades de resolução sejam apresentadas ou desenvolvidas no decorrer das aulas e que este exercício de busca coletiva na resolução de tais questionamentos além de envolver e motivar também construa significados científicos. Desta forma se faz necessário que as conclusões alcançadas se vinculem diretamente ao problema proposto e, portanto, neste item deve se avaliar se a SD proposta apresenta métodos e as abordagens para se alcançar tal resolução.</p>			
C – CONTEÚDOS E CONCEITOS			
<p>Aprendizagem conforme entendido nesta avaliação não se limita aos conteúdos, mais em uma perspectiva mais ampla abrange tudo aquilo que se deve aprender para que se alcancem os objetivos educacionais propostos, englobando as capacidades cognitivas e também as demais capacidades.</p>			
<p>Para cada item avaliativo deve ser atribuído um conceito semi-qualitativo: Insuficiente (I), suficiente (S) e mais que suficiente (MS).</p>	I (insuficiente)	S (suficiente)	MS (mais que suficiente)
<p>C1. Objetivos e Conteúdos: Neste item é necessário avaliar se os objetivos são claramente informados e se vinculam com a problemática e os conceitos apresentados e se estão efetivamente direcionados a aprendizagem dos conteúdos e conceitos propostos.</p>			
<p>C2. Conhecimentos Conceituais, Procedimentos e Atitudinais: Neste item é necessário avaliar se as atividades e conteúdos propostos são suficientes para que se alcancem os objetivos elencados, ou seja, o que se faz está em acordo com o que se pretende.</p>			
<p>C3. Conhecimento Coloquial e Científico: Neste item pretende-se que a contextualização apresentada constitua ponto de partida para o desenvolvimento de um conteúdo científico que sirva como elemento explicativo de determinada situação ou mesmo como potencial agente solucionador da problemática social.</p>			
<p>C4. Organização Encadeamento dos Conteúdos: Este item se refere tanto em avaliar se os conteúdos são encadeados de forma lógica e gradativa e se os conteúdos a serem desenvolvidos são condizentes com o número de aulas.</p>			
<p>C5. Tema, Fenômeno, Conceitos: Pretende-se avaliar aqui se os conceitos desenvolvidos pela SD fornecem elementos para a discussão do fenômeno proposto segundo o tema de ensino. Se faz sentido trabalhar tal tema segundo organização apresentada na busca de responder a problemática construída.</p>			
D – MÉTODO DE ENSINO E AVALIAÇÃO			
<p>As metodologias de Ensino e Avaliação utilizadas no desenvolvimento de uma atividade de ensino tem caráter primordial, porque é principalmente através delas e de seu desenvolvimento que as situações de aprendizagem se estabelecem e os agentes do processo ensino-aprendizagem (aluno professor e conhecimento) se inter-relacionam. Nesse sentido, pretende-se com esta dimensão de análise avaliar como essas metodologias promovem a aprendizagem dos alunos e consequentemente como os objetivos da SD podem ser alcançados.</p>			
<p>Para cada item avaliativo deve ser atribuído um conceito semi-qualitativo: Insuficiente (I), suficiente (S) e mais que suficiente (MS).</p>	I (insuficiente)	S (suficiente)	MS (mais que suficiente)
<p>D1. Aspectos Metodológicos: Avaliar neste item se os aspectos metodológicos são adequados e suficientes para alcançar os objetivos planejados. Verificar também se as estratégias didáticas são diversificadas e apropriadas para o desenvolvimento da problemática proposta.</p>			
<p>D2. Organização das atividades e contextualização: Neste item é necessário verificar se as atividades estão devidamente apresentadas aos alunos e se promovem, em consequência, a contextualização dos conteúdos a serem aprendidos.</p>			
<p>D3. Métodos de avaliação: Neste item é analisado <i>como</i> se avalia na SD se o(s) instrumento(s) de avaliação propostos são adequados e suficientes às metodologias apresentadas.</p>			
<p>D4. Avaliação Integradora: Deve-se verificar se a avaliação é integrada ao longo da SD, ou seja, avalia-se todo o percurso do estudante.</p>			
<p>D5. Feedback de Avaliação: Quando a avaliação possui objetivo formativo os resultados desta avaliação servem de informação para compreender os avanços alcançados, as dificuldades enfrentadas pelos alunos e estabelecer as atitudes a serem tomadas. Portanto, observar com este critério de análise se existem instrumentos de feedback para os estudantes dos resultados obtidos nas avaliações.</p>			

E- ABORDAGEM CTSA			
Instrumento de análise de abordagem CTSA baseado em FERNANDES, PIRES E VILLAMANAN, 2014			
Neste item pretendemos avaliar se a abordagem CTSA está seguida de maneira apropriada nesta SD e o instrumento de análise aplicado, foi baseado em Fernandes, Pires e Villamanan (2014).		Para cada item avaliativo deve ser atribuído um conceito semi-qualitativo: Insuficiente (I), suficiente (S) e mais que suficiente (MS).	
E1 – Dimensão Finalidades	I (insuficiente)	S (suficiente)	MS (mais que suficiente)
E.1.1 A SD propõe o desenvolvimento de procedimentos científicos (observar, inferir, classificar, explicar, relacionar), a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico.			
E.1.2 Fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivos.			
E.1.3 Promove o desenvolvimento de decisões conscientes, informadas e argumentadas face às consequências da ação humana no ambiente e promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente.			
E2 – Dimensão Conhecimento			
E.2.1 Sugere uma abordagem contextualizada de temas atuais, relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos, com o seu dia-a-dia e propõe a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social.			
E.2.2 Sugere situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas (questões éticas, desigualdades socioculturais). Aborda as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, bem como os seus impactos na sociedade e no ambiente.			
E.2.3 Evidencia as relações recíprocas entre a ciência e a tecnologia e as mudanças nas condições de vida das pessoas (hábitos, estilo de vida, criação de novos recursos, etc.). Enfatiza os impactos na sociedade e no ambiente devido a avanços científico-tecnológicos.			
E.2.4 Privilegia a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA.			
E.2.5 Apresenta dados relacionados com a natureza e a história da ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos; Apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática.			
E.2.6 Informa acerca do trabalho e função do cientista, bem como de possíveis pressões sociais, políticas, religiosas ou económicas que pode sofrer.			
E3 – Dimensão Procedimento			
E.3.1 Incentiva o aluno para a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula.			
E.3.2 Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo para se explorar as relações CTSA.			
E.3.3 Envolve ativamente o aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA.			
F – AVALIAÇÃO DA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA			
Neste item pretendemos avaliar se a SD tem potencial para promover a alfabetização científica a partir de seus indicadores que foram baseados em Sasseron e Carvalho (2011).		Para cada item avaliativo deve ser atribuído um conceito semi-qualitativo: Insuficiente (I), suficiente (S) e mais que suficiente (MS).	
F1 – Dimensão Trabalho com Dados	I (insuficiente)	S (suficiente)	MS (mais que suficiente)
F.1.1 As atividades 2, 3, 5, 6 e 7 propostas são capazes de proporcionar o indicador Seriação de informações (SI) que necessariamente não prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados. Deve surgir quando se almeja o estabelecimento de bases para a ação.			
F.1.2 As Atividades propostas 2, 3, 5, 6 e 7 são capazes de proporcionar o indicador Organização de informações (OI) que ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado. Este indicador pode ser vislumbrado quando se busca mostrar um arranjo			

para informações novas ou já elencadas anteriormente. Por isso, este indicador pode surgir tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão.			
F.1.3 As Atividades propostas são capazes de proporcionar o indicador Classificação de informações (CI) que ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas. Constitui-se em um momento de ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando procurando uma relação entre eles.			
F2 – Dimensão Estruturação do Pensamento			
F.2.1 As atividades 4, 6, 8 e 9 propostas são capazes de proporcionar o indicador Raciocínio lógico (RL) que compreende o modo de como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionada à forma como o pensamento é exposto.			
F.2.2 As atividades 4, 6, 8 e 9 propostas são capazes de proporcionar o indicador Raciocínio proporcional (RP) que dá conta de mostrar como se estrutura o pensamento, e refere-se também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.			
F3 – Dimensão Entendimento da Situação Analisada			
F.3.1 As atividades 2, 4, 6, 7 e 8 propostas são capazes de proporcionar o indicador Levantamento de hipóteses (LH) que aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto da forma de uma afirmação como sendo uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema).			
F.3.2 As atividades 3, 5, 7, 9 e 10 propostas são capazes de proporcionar o indicador teste de hipóteses (TH) que concerne nas etapas em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.			
F.3.3 As atividades propostas são capazes de proporcionar o indicador Justificativa (JUS) que aparece quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto, isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura.			
F.3.4 As atividades 3, 5 e 7 propostas são capazes de proporcionar o indicador Previsão (Pre) que é explicitado e quando se prevê uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.			
F.3.5 As atividades 3, 5, 7, 8 e 9 propostas são capazes de proporcionar o indicador Explicação (Exp) que surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação sucede uma justificativa para o problema, mas é possível encontrar explicações que não se recebem estas garantias.			
OBSERVAÇÕES			
Justificar os maiores e menores valores de suficiência atribuídos aos critérios de avaliação evidenciando os pontos fortes e fracos da SD. Sugerir mudanças para minimizar os pontos fracos evidenciados pelo avaliador.			

APÊNDICE L - Item G do instrumento de validação a priori da sequência didática no formato remoto

G – ESTRATÉGIAS DE ACIONAMENTO DO INTERESSE DOS ALUNOS NO CONTEXTO REMOTO

Neste item pretendemos avaliar se o projeto tem potencial para promover a aprendizagem dos discentes, visto o momento pandêmico vivenciado por todos.

Para cada item avaliativo deve ser atribuído um conceito semi-qualitativo: Insuficiente (I), suficiente (S) e mais que suficiente (MS).

G.1 A utilização do grupo de Whatsapp para divulgação das atividades é uma boa estratégia? *

- Mais que suficiente
- Suficiente
- Insuficiente

G.2 A utilização de página criadas na Web é uma boa estratégia para aplicação da SD no modelo online. *

- Mais que suficiente
- Suficiente
- Insuficiente

G.3 A utilização de um formulário logo após as atividades é uma boa estratégia para que os discentes selecionem os principais pontos de aprendizagem. *

- Mais que suficiente
- Suficiente
- Insuficiente

G.4 A experimentação com materiais cotidianos é uma boa estratégia para relacionar os conceitos com a prática? *

- Mais que suficiente
- Suficiente
- Insuficiente

G.5 A utilização de assistentes virtuais é uma boa estratégia para atrair a atenção dos alunos? *

- Mais que suficiente
- Suficiente
- Insuficiente

OBSERVAÇÕES: Justificar os maiores e menores valores de suficiência atribuídos aos critérios de avaliação evidenciando os pontos fortes e fracos do projeto. Sugerir mudanças para minimizar os pontos fracos evidenciados pelo avaliador. *

Sua resposta
