



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO BÁSICA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES



FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

ALYNE CLEMENTINA RIBEIRO VIEIRA

MANAUS -AM

2022

ALYNE CLEMENTINA RIBEIRO VIEIRA

FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Licenciado em Química.

ORIENTADORA: PROF^a. ME. ADRIANA CARLA OLIVEIRA DE MORAIS VALE
COORIENTADORA: PROF^a. ME. ROSANGELA VIANA DE LIMA DUARTE

MANAUS-AM

2022

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

V658f Vieira, Alyne Clementina Ribeiro.

Fermentação alcoólica: uma sequência didática para o ensino de química no terceiro ano do ensino médio / Alyne Clementina Ribeiro Vieira. – Manaus, 2022.

82 p. : il. color.

Monografia (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus Manaus Centro*, 2022.

Orientadora: Profa. Me. Adriana Carla Oliveira de Morais Vale.

Coorientadora: Profa. Me. Rosangela Viana de Lima Duarte.

1. Química – ensino. 2. Fermentação alcoólica. 3. Sequência didática. I. Vale, Adriana Carla Oliveira de. (Orient.). II. Duarte, Rosangela Viana de Lima. (Coorient.) III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas IV. Título.

CDD 540

Elaborada por Márcia Auzier CRB 11/597

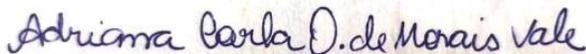
ALYNE CLEMENTINA RIBEIRO VIEIRA

FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao Departamento de Educação Básica e Formação de professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas como requisito para conclusão do curso de Licenciatura em Química, para obtenção do título de Licenciada em Química no período 2022/1.
Orientadora Prof^ª. Me. Adriana Carla de Moraes Vale
Coorientadora: Prof^ª. Me. Rosangela Viana de Lima Duarte

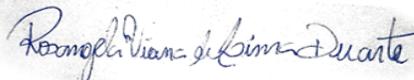
Aprovado, em 15 de Fevereiro de 2022

BANCA EXAMINADORA



Prof^ª. Me. Adriana Carla Oliveira de Moraes Vale

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)



Prof^ª. Me. Rosangela Viana de Lima Duarte

Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino do Amazonas (SEDUC/AM)



Prof^ª. Dra. Miriam de Medeiros Cartonilho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)

MANAUS-AM

2022

Dedico esse trabalho...

A Deus que é o meu grande amor, o autor da minha história e dono da minha existência.

Aos grandes heróis da minha vida: meu super pai, Adriano Vieira, e minha super mãe, Edilene Ribeiro, pois são o que eu tenho de mais precioso. A minha tia, Elisa Ribeiro, por ser uma segunda mãe para mim.

Aos meus queridos irmãos, Anderson Vieira e Abraão Vieira, por serem os melhores.

Aos meus avós, André Vieira, Ana Vieira, Edson Ribeiro e Maria Ribeiro, por sonharem com esse momento muito mais do que eu.

A minha orientadora e coorientadora por não terem desistido de mim.

Aos meus queridos alunos.

Por fim, a mim mesma e a todos das famílias Ribeiro e Vieira que estão comigo nessa jornada chamada vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me concedido forças até aqui.

Aos meus pais, Adriano e Edilene, pelo amor, cuidado, paciência, apoio e por sempre destilarem o melhor de mim.

A minha querida avó, Ana Vieira (*in memoriam*), pelos inúmeros conselhos; pelas xícaras de cafés, chás e frutas oferecidas com muito amor, cuidado e atenção enquanto estudava ou digitava relatório técnico; por não ter economizado palavras de incentivo, sempre que me faltava ânimo; por ter sonhado junto comigo; enfim, por ter sido uma avó tão maravilhosa e a maior apoiadora da minha vida acadêmica – Em meu coração, você sempre estará bem viva.

A todos os meus queridos professores, por toda a dedicação no ensino e sempre mostrarem que exercem sua profissão com amor: aos específicos por terem me dado uma base teórica excelente; aos de humanas pela grande contribuição na minha construção crítica e mudança em ver o mundo, em especial, o da educação.

A minha orientadora, professora Adriana Vale, por ter sido incrível nesse processo e não ter desistido de mim.

A minha coorientadora, professora Rosangela Viana, por ter participado de todo o processo de aplicação das aulas.

A professora Ana Mena por ter me proporcionado aprendizados além da Química Analítica.

A professora Miriam Cartonilho por ter me orientado em dois PIBIC, sendo essa monografia uma consequência desses projetos.

Ao Caio Campos, Ingrid de Oliveira, Josiely Costa e Wyvirlany Valente, pelos momentos incríveis e por terem feito essa jornada ser leve e divertida – Apesar dos pesares, melhor grupo acadêmico de LQ.

Ao meu amigo Klinsley Rosas que esteve presente em todos os momentos.

A minha turma de LQ por ninguém ter soltado a mão de ninguém.

Ao meu amigo, Robson Kakijima, por ter sido o melhor monitor e ter disponibilizado seu tempo para me ensinar e sanar minhas dúvidas.

A minha amiga Rayra Noronha que, do início ao fim, me apoiou tanto.

As meninas da célula 29, por terem feito parte dessa etapa da minha vida.

A minha amiga Janiele Nascimento por constantemente afirmar que conseguiríamos defender nosso tcc nesse semestre.

Aos meus babys dos sétimos anos (17A, 17B, 17C e 17D) que ressignificaram o meu 2021, transbordando alegria nas minhas manhãs – posso dizer que vocês foram os meus raios de sol nesse segundo semestre.

À escola onde realizei a pesquisa por ter disponibilizado os recursos necessários para a realização desse trabalho.

Aos alunos do 3º3 por terem abraçado a pesquisa no primeiro momento – Sem vocês esse trabalho não teria acontecido.

À panificadora Kisabor, localizada na avenida Presidente Kennedy, por ter cedido o forno para a conclusão do experimento.

Por fim, ao IFAM por ter sido minha segunda casa durante quatro anos.

“Melhor é o fim das coisas do que o princípio delas”.

Eclesiastes 7:8a

RESUMO:

Esse trabalho apresenta uma pesquisa intitulada “Fermentação alcoólica: uma sequência didática para o ensino de química no terceiro ano do ensino médio”, que teve como objetivo elaborar uma sequência didática para o ensino da função álcool a partir da fermentação alcoólica no terceiro ano do ensino médio. Para isso, foi necessário organizar a pesquisa em três etapas, sendo elas: i) Articular os conceitos de Fermentação alcoólica, Sequência didática; Ensino de Química; e Abordagem CTS; ii) Executar a sequência didática referente à Fermentação; e iii) Analisar os dados provenientes da execução da sequência didática. Sendo assim, a sequência didática foi pensada e elaborada com base na Abordagem CTS. Na intenção de contextualizar o conteúdo “Função Orgânica Álcool”, decidiu-se dar ênfase no álcool mais comum, o etanol, optando em utilizar a fermentação alcoólica como tema gerador de aprendizagem na sequência didática. Desse modo, a pesquisa, de caráter quanti-quali, foi realizada na Escola Estadual Professora Diana Pinheiro, onde fez-se a aplicação de questionários e da sequência didática em uma turma de 32 alunos, a fim de avaliar a eficácia da proposta. Com isso, os questionários pós intervenção mostraram explicações mais elaboradas por parte dos alunos e um percentual de 92,5% de respostas satisfatórias. Além disso, a contribuição da fermentação alcoólica foi bem avaliada pelos alunos, constatando que a temática foi um diferencial nesse resultado.

Palavras-chaves: Fermentação alcoólica. Sequência didática. Ensino de química. CTS.

ABSTRACT:

This work presents a research entitled "Alcoholic fermentation: a didactic sequence for the teaching of Chemistry in the third year of high school", which aimed to develop a didactic sequence for the teaching of the alcohol function from alcoholic fermentation in the last year of high school. average. So, it was necessary to organize the research in three stages, namely: i) Articulate the concepts of Alcoholic Fermentation, Didactic Sequence; Chemistry teaching; and CTS Approach; ii) Execute the didactic sequence referring to Fermentation; and iii) Analyze the data from the execution of the didactic sequence. Therefore, the didactic sequence was designed and elaborated based on the CTS Approach. In order to contextualize the content "Function Organic Alcohol", it was decided to emphasize the most common alcohol, ethanol, opting to use alcoholic fermentation as a topic that generates learning in the didactic sequence. In this way, the research, of a quanti-quali character, was carried out at Escola Estadual Professora Diana Pinheiro, where questionnaires and the didactic sequence were applied in a class of 32 students, in order to evaluate the effectiveness of the proposal. As a result, the post-intervention questionnaires showed more elaborate explanations by the students and a percentage of 92.5% of satisfactory answers. In addition, the contribution of alcoholic fermentation was well evaluated by the students, noting that the theme was a differential in this result.

Keywords: Alcoholic fermentation. Following teaching. Chemistry teaching. STS.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Reação do processo fermentativo.....	22
Figura 2 – Fluxograma das etapas da panificação.....	23
Figura 3 – Fluxograma geral das etapas da metodologia.....	25
Figura 4 – Fluxograma dos critérios de seleção e inclusão dos trabalhos.....	26
Figura 5 – Frente da Escola Estadual Professora Diana Pinheiro.....	28
Figura 6 – Alunos assinando o TCLE.....	29
Figura 7 – Livro didático da Martha Reis.....	30
Figura 8 – Livro didático do Eduardo Leite do Canto.....	31
Figura 9 – Alunos respondendo o questionário prévio.....	31
Figura 10 – Alunos no auditório da escola para a aula prática.....	33
Figura 11 – Leitura do roteiro da aula experimental com os alunos.....	34
Figura 12 – Organização da prática experimental.....	34
Figura 13 – Alunos no processo de produção da massa. A: Misturas dos ingredientes; B: sova da massa.....	35
Figura 14 – Alunos preparando o ambiente favorável para a fermentação da massa. A: vedação com saco plástico; B: ambiente favorável à fermentação.....	35
Figura 15 – Alunos na produção dos pães. A: abertura da massa; B: corte da massa.....	36
Figura 16 – Alunos trabalhando a modelagem dos pães. A: modelagem; B: pincelagem.....	36
Figura 17 – Degustação dos pães.....	37
Figura 18 – Roda de conversa.....	37
Figura 19 – Alunos respondendo o questionário final.....	38
Figura 20 – Gráfico das respostas dos alunos referente aos conhecimentos prévios sobre Álcool e Fermentação.....	45
Figura 21 – Gráfico das respostas do questionário final.....	50
Figura 22 – Postura do aluno A-03 antes e depois da aplicação da SD.....	51

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 – Demonstrativo da literatura dos trabalhos desenvolvidos.....	40
Quadro 2 – Respostas dos Alunos a Aplicação do Questionário Prévio.....	46
Quadro 3 – Respostas dos Alunos a Aplicação do Questionário Final.....	51
Quadro 4 – Respostas dos Alunos sobre a Fermentação Alcoólica.....	52
Quadro 5 – Respostas dos alunos classificadas como insatisfatórias.....	53
Quadro 6 – Visão dos alunos quanto à SD.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADP – Adenosina difosfato

AM – Amazonas

ATP – Adenosina trifosfato

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

EMP – Embden-Meyerhof-Parnas

IUPAC – União Internacional de Química Pura e Aplicada

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

NAD⁺ – Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo (molécula oxidada)

NADH – Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo

OMS - Organização Mundial da Saúde

Pi – Piruvato

SEDUC – Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino

SD – Sequência Didática

RPA – Resultado Pretendido da Atividade

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

Sumário

1 INTRODUÇÃO	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 Ensino de Química.....	17
2.1.1 Ensino de química no Brasil	18
2.1.2 Ensino de química no Amazonas.....	19
2.2 Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade).....	20
2.3 Sequência didática	22
2.4 Fermentação alcoólica	23
2.4.1 Fermentação na produção de pães.....	24
2.4.2 Fermentação na produção de bebidas alcoólicas.....	26
3 PERCURSO METODOLÓGICO.....	27
3.1 Levantamento da literatura	28
3.2 Desenvolvimento da pesquisa em campo.....	29
3.2.1 Caracterização do ambiente de pesquisa.....	29
3.2.2 Participantes da pesquisa.....	30
3.2.3 Tipo de Pesquisa	31
3.3 Investigação em campo	31
3.3.1 Coleta dos Termos de Consentimento e Esclarecimentos	31
3.3.2 Diagnóstico	32
3.4 Elaboração e Aplicação da SD	33
3.4.1 Aulas expositivas dialogadas.....	34
3.4.2 Aula experimental: Fermentação alcoólica (panificação).....	34
3.4.2.1 Preparo da aula experimental.....	35
3.4.2.2 Divisão dos grupos.....	35
3.4.2.3 Experimentação da panificação.....	36
3.4.3 Roda de conversa	39
3.5 Verificação de Aprendizagem	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Levantamento da literatura	41

4.2 Diagnóstico.....	45
4.2.1 Análise dos temas na BNCC e SEDUC	45
4.2.2 Análise dos livros didáticos.....	46
4.2.3 Análise dos conhecimentos prévios dos alunos	47
4.3 Intervenção: Aplicação da SD	49
4.3.1 Aulas expositivas dialogadas.....	49
4.3.2 Aula experimental.....	51
4.3.3 Roda de conversa	51
4.4 Análise de aprendizagem.....	51
4.4.1 Questionário final: pós intervenção	52
4.4.2 Contribuições da SD segundo os alunos	57
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS.....	61
APÊNDICES.....	64

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de qualquer atividade em sala de aula, pressupõe a aplicação de modelos de aprendizagem ligados a uma teoria. Essas teorias de aprendizagem na visão de Wartha (2009, p.8) “buscam reconhecer a dinâmica envolvida nos atos de ensinar e aprender, partindo do reconhecimento da evolução cognitiva do homem, e tentam explicar a relação entre o conhecimento pré-existente e o novo conhecimento”. Desse modo, as teorias de aprendizagem basicamente, irão guiar e estabelecer quais são os papéis e relações que existem entre o docente, o aluno e o conhecimento, durante o processo de ensino e aprendizagem.

A partir disso, traz-se para esse contexto a abordagem CTS que é um acrônimo de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Alguns outros autores chamam de CTSA, sendo a sigla A referente à Ambiente. Essa abordagem nada mais é do que um processo de ensino-aprendizagem guiado nas ideias desse movimento, que objetiva dar significado para o aprendizado ao vincular a realidade cotidiana do aluno com a ciência estudada (DE SÁ, 2017). Além do mais, a educação CTS se encontra com os ideais de Freire (1996), pois objetiva, através de discussões e aplicações de conhecimento, a formação do aluno como ser crítico a partir da abordagem da ciência e da tecnologia em seu contexto social.

Nesse sentido, pensou-se no desenvolvimento de uma sequência didática (SD) com a utilização da fermentação alcoólica como um tema gerador de aprendizagem da Função Orgânica Álcool, conteúdo do terceiro ano do ensino médio. A fim de contextualizar esse conteúdo que, no geral, é exposto superficialmente, foi elaborada uma SD baseada na abordagem CTS, pois visa o aprendizado através da contextualização. Partindo disso, a proposta da SD é oferecer aos estudantes possibilidades de identificar os álcoois no cotidiano e explicar o processo de formação do etanol (álcool mais comum no dia a dia) descrevendo as reações envolvidas na fermentação alcoólica com a progressão das aulas.

A fermentação alcoólica é um dos mais antigos métodos de conservação de alimentos. Esse processo ocorre por meio das leveduras que transformam o açúcar em etanol, dióxido de carbono, ATP (adenosina trifosfato) e outros produtos que são denominados de secundários nesse processamento, pois são produzidos em poucas quantidades (OLIVEIRA, 2015).

A utilização do etanol é recorrente no cotidiano, sendo as mais comuns: assepsia, combustível e ingestão de bebidas alcoólicas. Visto isso, a fermentação alcoólica é uma oportunidade de correlacionar a função orgânica ao álcool comercial, amplamente utilizado e de

conhecimento dos alunos nos vários usos domésticos. Ademais, muitos desconhecem a fermentação alcoólica como processo de obtenção do composto alcoólico mais comum: o etanol. Em virtude disso, Franco e Resende (2020) dizem que a abordagem temática, também conhecida como “Temas Geradores” é uma estratégia diferente de desenvolver o ensino, sendo uma proposta de ensino-aprendizagem embasada na teoria dialógico-dialética, defendida por Paulo Freire (1921-1997).

Desse modo, esse trabalho teve como objetivo elaborar uma sequência didática para o ensino da função álcool a partir da fermentação alcoólica no terceiro ano do ensino médio. Destarte, a pesquisa foi organizada em três etapas: i) Articular os conceitos de Fermentação alcoólica, Sequência didática, Ensino de Química; e Abordagem CTS; ii) Executar a sequência didática referente à Fermentação; e iii) Analisar os dados provenientes da execução da sequência didática.

Para nortear essa pesquisa, foram levantadas as seguintes questões: “a) o que os documentos normativos (BNCC e SEDUC/AM), livros didáticos e trabalhos desenvolvidos nos últimos cinco anos abordam sobre o tema? b) O estudo da temática “Fermentação alcoólica” como tema gerador contribuirá para a aprendizagem da Função Orgânica Álcool? c) Os alunos serão capazes de identificar a presença dos álcoois em seu cotidiano e explicar o processo de produção do álcool etílico a partir da fermentação?”. Dessa forma, essa pesquisa foi estruturada em três capítulos, sendo: 1) Fundamentação teórica; 2) Percurso metodológico; e 3) Resultados e discussões.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ensino de Química

Em princípio, a química é a ciência que estuda a matéria, as transformações da matéria e a energia envolvida nessas transformações. Por ter essa finalidade, ela é uma ciência que, juntamente com Física e Biologia, compõe a área de Ciências da Natureza. Dessa forma, assim como as outras ciências, o conhecimento científico químico é essencial no desenvolvimento do cidadão, pois ajuda a “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” (BROSEGUINI, 2020).

Além disso, a ciência química, dentro do nível educacional, objetiva que os alunos consigam compreender, a partir de estudos da matéria, características do mundo ao seu redor. Partindo do entendimento da composição da matéria, é proposto que os alunos consigam diferenciar as transformações físicas das transformações químicas em seu cotidiano. Desse modo, o ensino de química tem como propósito estimular o lado crítico do aluno, capacitando-o a compreender, interpretar e analisar o mundo em que vive (POZO E CRESPO, 2009).

Apesar da química estar presente na vida de todos, a realidade é que o aprendizado dessa ciência não é tão simples quanto parece. Por ser uma disciplina de conceitos abstratos, muitos alunos denominam a química como algo complexo de se aprender. Buscando responder sobre as dificuldades dos alunos para aprender química, Pozo e Crespo (2009) apresentam três fatores importantes e relevantes para a reflexão dos educadores de como são as atitudes dos estudantes frente ao aprendizado dessa área.

No primeiro fator, Pozo e Crespo (2009) citam que a compreensão de química dá ao estudante uma atitude de mudança na sua lógica, ou seja, a maneira que ele vê o mundo e organiza as suas teorias são convertidas. Sendo assim, com essa mudança epistemológica, o aluno sai do que os autores chamam de “realismo ingênuo”, que é quando sua cosmovisão está centralizada no que é perceptível, e troca pelo “construtivismo” ou “relativismo” que se refere à quando o estudante descreve a realidade a partir de modelos de compreensão mais simples para poder chegar ao complexo. Ou seja, quando o aluno estuda ligações químicas, ele consegue explicar com mais embasamento como funciona as transformações químicas da matéria.

Pozo e Crespo (2009) expõe no segundo fator que a mudança conceitual do aluno resulta na mudança ontológica. Em resumo, relatam que as teorias introdutórias permitem ao aluno

descrever as propriedades do que pode ser observado e não necessariamente explicar os possíveis motivos das transformações. Por fim, no terceiro fator, os autores relatam que compreender química provoca a transformação em relação aos conceitos envolvidos, sendo esses conceitos indispensáveis para o ensino e aprendizado de química.

Em síntese, apesar do aprendizado de química requerer entendimento de conceitos, o ensino não pode ser baseado somente nisso. Ademais, muitos estudos apontam que grande parte dos estudantes veem a química como uma ciência difícil de ser aprendida e reduzida a conceitos, nomes e fórmulas sem significado para o seu cotidiano. Portanto, para haver mudança na forma como os alunos enxergam a química, é necessário que haja mudança na forma de ensinar química (DA COSTA E MESSEDER, 2019).

2.1.1 Ensino de química no Brasil

No Brasil, o documento que rege as três etapas da Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio) é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Trata-se de um documento nacional de normas que define aprendizagens essenciais que todo estudante brasileiro deve desenvolver ao longo e sua trajetória educativa em tal conformidade no Plano Nacional de Educação (PNE). Além disso, é importante mencionar que esse documento normativo é dedicado unicamente à educação escolar, como define a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9394/96 (LDB) (BRASIL, 2017).

A BNCC está organizada para a Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. No Ensino Médio as aprendizagens essenciais, segundo a BNCC, estão organizadas por áreas do conhecimento, sendo elas: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Vale ressaltar que as disciplinas que compõe a área de Ciências da Natureza são Biologia, Física e Química, sendo a última disciplina, de relevância para esse trabalho (BRASIL, 2017).

Atualmente, a disciplina Química no Brasil é estudada no Ensino Fundamental II dentro do currículo de Ciências onde é dado um foco a Introdução à Química, com ênfase nos conceitos. Já no Ensino Médio, a Química é uma disciplina obrigatória que o aluno estuda no decorrer de três anos, tendo a oportunidade de aprofundamento e abrangência dos conhecimentos adquiridos na fase anterior (Ensino Fundamental II) (BRASIL, 2017).

De acordo com a BNCC, o aprendizado de Ciências da Natureza não se prende a conteúdos conceituais, está muito além disso. Desse modo, ao trazer uma articulação entre Biologia, Física e

Química, o documento firma competências e habilidades para que os alunos incorporem os conhecimentos conceituais ao contexto social, cultural, ambiental e histórico, além de inserir aos procedimentos e condutas de investigação e à linguagem científica (BRASIL, 2017).

Portanto, distribuir os conteúdos de Biologia, Física e Química nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo, foi uma forma de oferecer aos estudantes, segundo a BNCC, meios para reinventar seus próprios conhecimentos. Além disso, também, perceber a força e a limitação das Ciências da Natureza e suas Tecnologias ao realizar investigações, análises e discussões de situações-problema, além da compreensão e interpretação de leis, teorias e modelos, com aplicações na solução de problemas (BRASIL, 2017).

2.1.2 Ensino de química no Amazonas

Os currículos apresentam toda uma estruturação para o Ensino Básico, apesar disso, a falta de professores, além de ser uma realidade em todo o Brasil, é mais agravante em regiões de poucos recursos, como no Estado do Amazonas, ainda mais quando se trata de professores de Ciências da Natureza, como no caso de Química. Uma das alternativas que tem suprido a escassez de professores nas zonas rurais do Estado, é a “mediação tecnológica” que é o oferecimento do ensino por meio virtual (FREITAS E MONTEIRO, 2019).

Já no ensino presencial, os professores que trabalham nessas regiões com poucos recursos, utilizam os recursos que estão em suas mãos. No caso dos professores de Química, geralmente suas salas de aulas são transformadas em laboratórios, pois as escolas não possuem um ambiente dedicado a esse tipo de ensino (FREITAS E MONTEIRO, 2019). Essa problemática não está apenas nas zonas rurais, é uma realidade que abrange a maioria das escolas públicas do Estado do Amazonas que, as vezes até possuem um laboratório de ciências, porém não funcionam para tal finalidade. Por isso, muitos professores de química, segundo Freitas e Monteiro (2019), utilizam a sala de aula como um ambiente interativo para o entendimento dos conceitos químicos.

Nos últimos dois anos, a educação em todo o território nacional, sofreu mudanças por causa da pandemia da Covid-19 declarada no início de 2020 pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Com isso, a educação teve que se adaptar a esse cenário através do ensino remoto, realizado a partir das Diretrizes Curriculares e Pedagógicas, documento normativo da Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino do Amazonas (SEDUC/AM), que foi alterado a fim de atender as necessidades do contexto atual no estado do Amazonas.

Apesar das aulas terem seguido modalidades diferentes (ensino remoto e híbrido) nesses últimos dois anos, o documento normativo da SEDUC/AM, por estar de acordo com a BNCC e também assegurar aos alunos as aprendizagens essenciais oferecidas em cada etapa de ensino da Educação Básica, atualizou os recursos disponíveis nesse período. Tais como as aulas síncronas, assíncronas e atividades diversificadas, a critério do professor de acordo com a realidade de seus alunos (BRASIL, 2020).

Desse modo, o ensino de química nos três anos do Ensino Médio no currículo da SEDUC/AM, segue um sequenciamento lógico para que o estudante alcance as aprendizagens consideradas essenciais na sua formação. De forma geral, os eixos de aprendizagem aparecem distribuídos de acordo com os anos do Ensino Médio. No primeiro ano, os alunos estudam “Materiais, substâncias, características e propriedades”; no segundo ano, eles estudam “Gases, soluções e controle de reações”, já no terceiro os alunos estudam “Funções orgânicas características e propriedades” (BRASIL, 2020).

O conteúdo “Álcool” é apresentado no eixo de aprendizagem do terceiro ano do ensino médio, segundo o currículo da SEDUC/AM. Já a fermentação alcoólica localiza-se tanto nos eixos de biologia quanto de química. Em biologia, entra no conteúdo sobre respiração celular. Em química pode ser abordado na função álcool e em biomoléculas, na unidade de carboidratos (BRASIL, 2020).

2.2 Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade)

No período da Guerra Fria, a Ciência e a Tecnologia ganharam grande notoriedade, principalmente nos Estados Unidos. Com isso, na intenção de progredir, os investimentos aumentaram significativamente, tanto em recursos financeiros como em humanos. No entanto, a ascensão científica e tecnológica não trouxe apenas conhecimento e praticidade, como também ocasionou prejuízos sociais e ambientais de impacto global (VICTORINO, 2021).

Partindo disso, em 1960, junto a outros movimentos sociais, o movimento CTS ou CTSA, iniciou ganhando espaço devido ao derramamento de óleo nos oceanos, acidentes nucleares e outros acidentes ambientais que estavam ocorrendo naquele período e impactando negativamente o meio-ambiente. Por consequência, em 1970, a perspectiva CTS ganhou notoriedade ao discutir os resultados nocivos que a ciência e a tecnologia descontrolada estavam causando. Com os ideais disseminados na opinião pública e a ascensão da preocupação política e reflexão social, nasceu

então o movimento CTS que visa focar a participação do estudante nos assuntos que envolve ciência, tecnologia e sociedade (OLIVEIRA et al, 2016).

Ensinar ciência na abordagem CTS é associar a ciência e a tecnologia numa perspectiva de valor social e ambiental, pois ela objetiva desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, ajudando-os nesse processo de construção a fim de prepara-los como cidadãos conscientes, com capacidade de solucionar problemas utilizando os conhecimentos de ciência e tecnologia (COSTA JUNIOR, 2018).

Para Victorino (2021), ensinar ciência na perspectiva CTS não só atrai a atenção dos alunos para as aulas, mas se importa em capacitá-los a partir dos conhecimentos científicos, a tomar decisões conscientes e no que elas implicam no seu dia a dia. Desse modo, as temáticas, quando trabalhadas no enfoque CTS, devem se apoiar em variadas atividades, permitindo que os estudantes exerçam papel ativo no percurso.

Ao adequar o ensino com ênfase na abordagem CTS, o professor oferece aos estudantes meios de aprender os conteúdos de forma contextualizada, não priorizando a memorização de conceitos, mas intermediando para que eles percebam a importância do que é estudado no seu próprio cotidiano por meio de discussões que envolvam ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (DE SÁ, 2017).

A educação CTS não tem um passo a passo a ser seguido, porém há alguns pontos que são imprescindíveis para que, de fato, o modelo de ensino seja baseado nessa abordagem. A abordagem CTS, geralmente, possui os seguintes momentos: a) introdução de uma questão social a partir de problemas que os alunos presenciam; b) há a organização dos conhecimentos do assunto que será estudado pelos alunos com o auxílio do professor e; c) aplicação de conhecimentos, onde os alunos usarão os seus conhecimentos não só para responder os problemas iniciais, como farão aplicações em outras situações (WARTHA, 2009). Lembrando que isso não é uma receita do ensino CTS, se trata apenas de momentos que geralmente acontecem quando se baseia nesse enfoque. Portanto, discussões que inter-relacionem os pilares ciência, tecnologia e sociedade são essenciais para se fazer uma educação CTS.

Entendendo isso, percebe-se que a abordagem CTS vai ao encontro dos ideais de Paulo Freire, que baseia-se no modelo de ensino-aprendizagem dialógica, pois visa dar significado ao conhecimento científico aplicando a realidade, a fim de superar modelos de repetição e memorização (FREIRE, 1996). Portanto, para a execução desse trabalho, utilizou-se a abordagem

CTS visando a mudança atitudinal dos estudantes frente ao conteúdo Álcool, estudado na disciplina de química no terceiro ano do ensino médio.

2.3 Sequência didática

Nos tópicos anteriores, foi observado que o Ensino passa por uma sistematização desde o momento da elaboração dos currículos normativos. Não parando por aí, essa organização continua dentro de sala de aula, tendo o professor o papel fundamental nisso, pois é ele quem elabora as ações que contribuem para o processo de ensino e aprendizagem em uma sequência didática (CAVALCANTI et al., 2018).

No processo de ensino e aprendizagem, são utilizadas algumas influências de teorias de aprendizagem. Essas teorias de aprendizagem que surgiram, exerceram maior influência em determinados períodos, pois a todo momento apareciam novos modelos para substituir os anteriores, entre eles está o comportamentalismo, o cognitivismo, o interacionismo sociocultural e construtivismo. Com isso, os professores sempre procuram, em sua prática educativa, optar por uma dessas influências em sua sequência didática. Nesse sentido, as linhas de aprendizagem seguidas pelos professores são nítidas quando observada a aplicação delas através da prática educativa do docente. Por exemplo, se este for adepto do cognitivismo, seguirá o modelo de aprendizagem, principalmente, por transmissão (WARTHA, 2009).

Na intenção de melhorar a aprendizagem, foram criadas atividades para aproximar os estudantes dos conhecimentos científicos. Ao estabelecer currículos de pouca extensão embasados nas temáticas, originou-se a sequência didática. O termo “sequência didática” foi inserido nos anos 2000 e é caracterizada pela criação de um sequenciamento orientado nas dificuldades do processo de ensino e aprendizagem (CAVALCANTI et al., 2018).

Com várias definições literárias, sequência didática é entendida como um planejamento de ensino elaborado por etapas que servem para abordar os conteúdos das temáticas a serem estudadas. Além do mais, a sequência didática deve considerar a diminuição da fragmentação de conhecimentos que ocorre quando o ensino está focado em conceitos e desvinculado da realidade do aluno. Para tanto, a sequência didática busca estabelecer uma relação entre os conhecimentos epistemológico e pedagógico (CAVALCANTI et al., 2018).

Diante do exposto, a “fermentação alcoólica” pode ser uma das formas de trabalhar a química em uma sequência didática, pois permite abordar vários conteúdos em sala de aula, tanto

de caráter químico quanto biológico. Além de explanado teoricamente, os conceitos químicos do processo fermentativo também podem ser visualizados na prática. Por isso, utilizar a fermentação alcoólica como um tema gerador de aprendizagem, pode ser um diferencial de impacto positivo nessa construção de conhecimento, pois colabora na abordagem de conteúdos científicos num contexto do dia a dia.

2.4 Fermentação alcoólica

A fermentação alcoólica é um processo gerador de ATP (adenosina trifosfato) que ocorre de forma anaeróbica, envolvendo moléculas orgânicas doadoras e receptoras de elétrons (DIAS et al., 2010). Trata-se de uma reação enzimática onde há a quebra de uma molécula orgânica e a formação de compostos mais simples com liberação de energia (PINHEIRO, 2015).

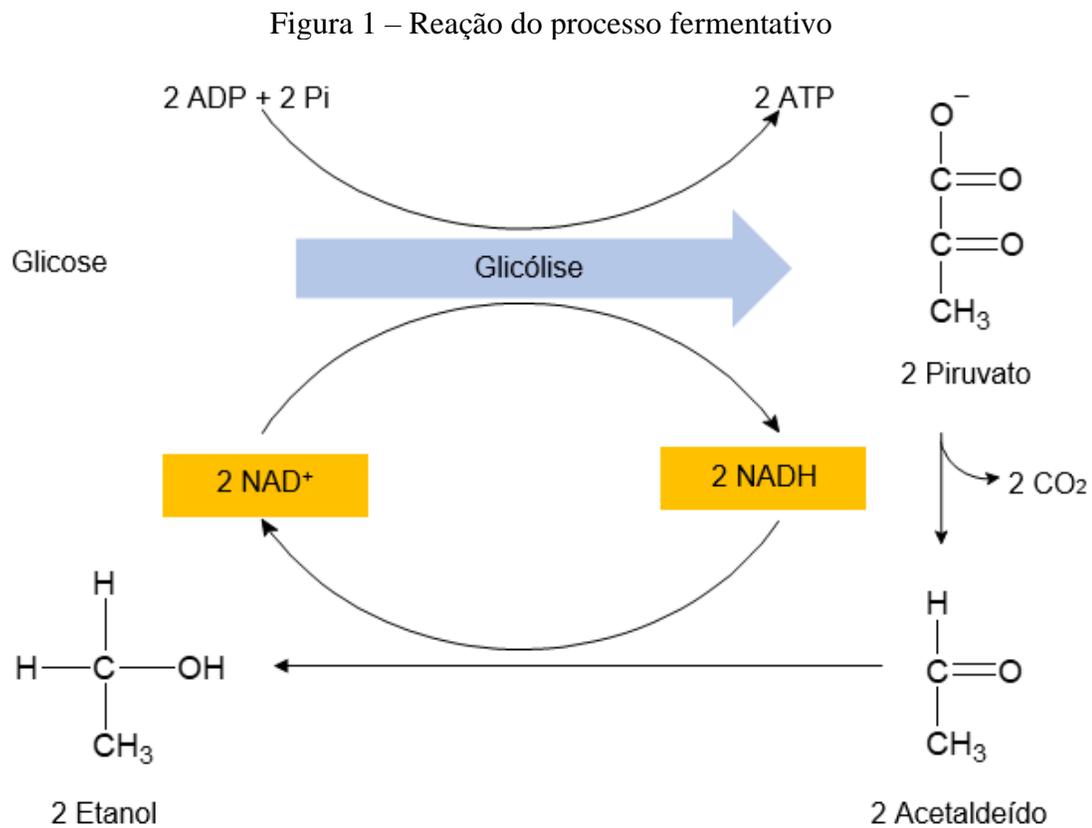
A glicólise, isto é, quebra da glicose, gera ATP, álcool e outros compostos simples e secundários. Essa reação é feita pelas leveduras, células vivas conhecidas por terem preferência por unidades monoméricas de carboidratos. O gênero *Saccharomyces* metaboliza de forma mais eficaz os açúcares frutose e glicose (GONÇALVES et al., 2020). Em virtude disso, a fermentação alcoólica pode ser elucidada a seguir pela equação geral da fermentação alcoólica:



Segundo Pinheiro (2015), durante a fermentação, ocorrem reações secundárias importantes que produzem em pequena quantidade alguns compostos que contribuem na qualidade, sabor e aroma da bebida, são eles os ésteres, acetatos, glicerol, aldeídos e álcoois superiores. Sobre a produção do etanol, DIAS et al. (2010, p. 92) diz que o composto é:

[...] formado a partir da clássica via de Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) ou via glicolítica, sob condições de anaerobiose. A partir de monossacarídeos (glicose, frutose e manose), basicamente, as células produzem piruvato sob a ação de várias enzimas. O piruvato é convertido em acetaldeído por ação da enzima piruvato descarboxilase. O acetaldeído é o substrato da enzima álcool desidrogenase que, reduzido, forma a molécula de etanol, liberando o NAD^+ a partir de $\text{NADH} + \text{H}^+$.

A Figura 1 mostra a reação da fermentação alcoólica de forma resumida, onde duas moléculas de piruvato, por ação da piruvato descarboxilase, são transformadas na mesma proporção em dióxido de carbono e acetaldeído. Por conseguinte, o acetaldeído se reduz a etanol por meio da enzima álcool desidrogenase (DIAS et al., 2010).



Fonte: Próprio autor

Essa reação que acontece no processo de fermentação alcoólica, mostrada na Figura 1, é conhecida por estar presente na produção de bebidas alcoólicas, combustível etanol, álcool comercial (álcool etílico) e até pães.

2.4.1 Fermentação na produção de pães

O pão é o alimento mais comum e, provavelmente, o mais valorizado no mundo todo. A bíblia, um dos livros mais antigos, traz registros de pão no Antigo Testamento. Não parando por aí, o Novo Testamento continua trazendo aparições desse alimento, podendo destacar a sua presença, quando Jesus alimentou uma multidão com pães e peixes. Jesus ainda eterniza o pão quando faz a oração conhecida como “Pai nosso” que é professada até os dias atuais por religiosos, ao citar “o pão nosso de cada dia dá-nos hoje”, ressaltando a necessidade desse alimento na cultura daquela sociedade (A BÍBLIA, 1998)

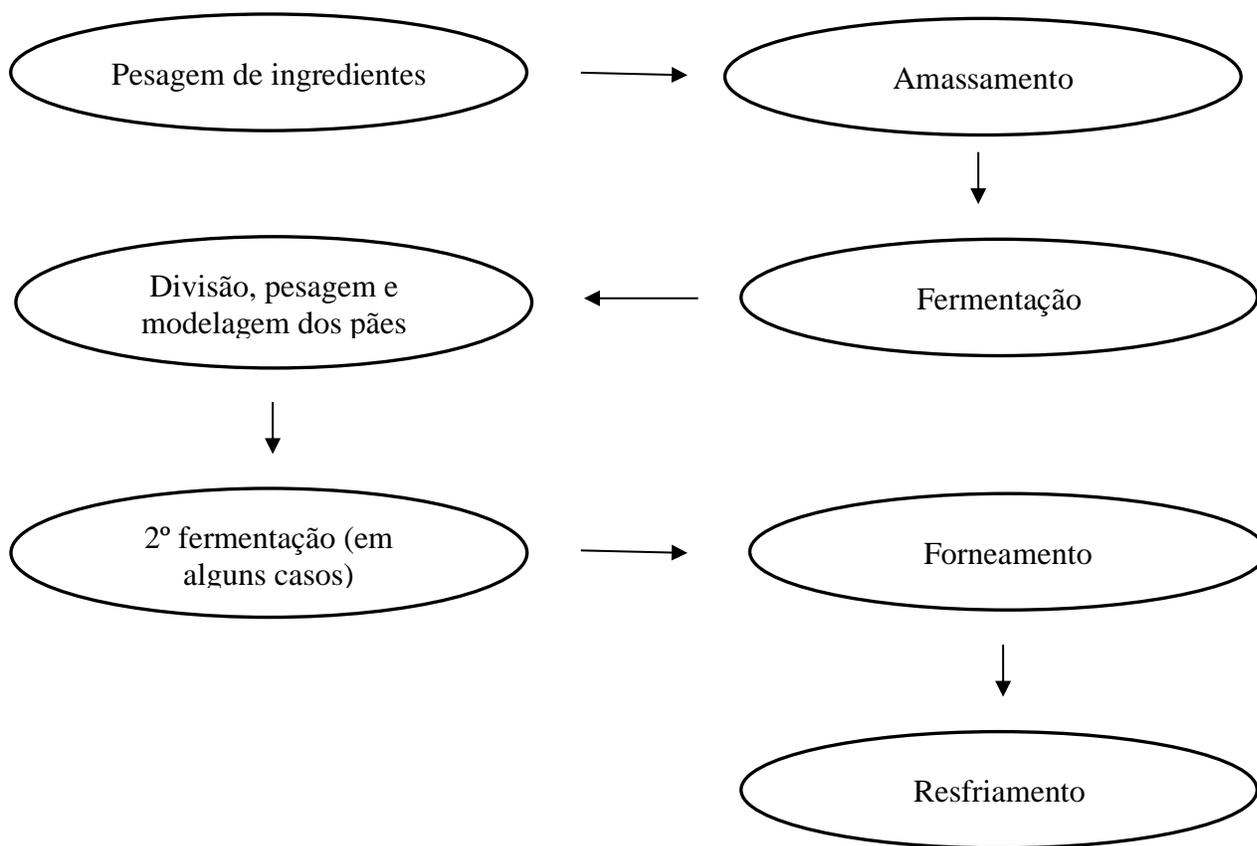
A estimativa é de que o pão tenha surgido no Egito há mais de 12000 anos antes de Cristo. Ao longo do rio Nilo, foram encontrados registros de plantio, colheita e moagem de trigo e

produção de pão (GUARIENTI, 2004). Os egípcios consideravam o pão como o alimento principal da refeição e não um simples acompanhamento. Por produzirem farinha de trigo em casa, os egípcios faziam os seus pães com a farinha, água e sal (GONÇALVES et al, 2020).

Antes da descoberta do agente essencial da fermentação, a levedura, os pães tinham um aspecto muito diferente do que é conhecido hoje. Há teorias que o processo fermentativo foi descoberto após a massa crua ser deixada livre no ambiente, o que causou sua contaminação pelas leveduras alterando o seu tamanho, textura, aroma e sabor. Por possivelmente ter agradado aquela população, o pão levedado foi popularizado e sua produção foi repetida e estendida para outros locais (GUARIENTI, 2004).

Guarienti (2004) mostra que atualmente existem muitas receitas para produzir pão, o que resulta diferentes tipos de pães. Apesar disso, é importante destacar que, seja na indústria ou em casa, essas produções seguem as mesmas etapas, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma das etapas da panificação



Fonte: (GUARIENTI, 2004)

2.4.2 Fermentação na produção de bebidas alcoólicas

São muitas as bebidas alcoólicas conhecidas, como a cerveja, os destilados, os espumantes, os vinhos, as bebidas fermentadas de frutas e etc. Entretanto, todos eles se assemelham pelo fato de passarem pelo mesmo princípio básico: a fermentação alcoólica.

O fermentado alcoólico de frutas tem ganhado espaço no mercado consumidor. Sabe-se que são numerosas as frutas que possuem características sensoriais atrativas para a produção de bebidas fermentadas alcoólicas. Sendo assim, a produção de bebidas fermentadas de frutas é favorável, pois, além de contribuir para a redução de perda pós-colheita, tem alta taxa de aceitabilidade (OLIVEIRA, 2015), o que justifica o crescimento no mercado consumidor atual.

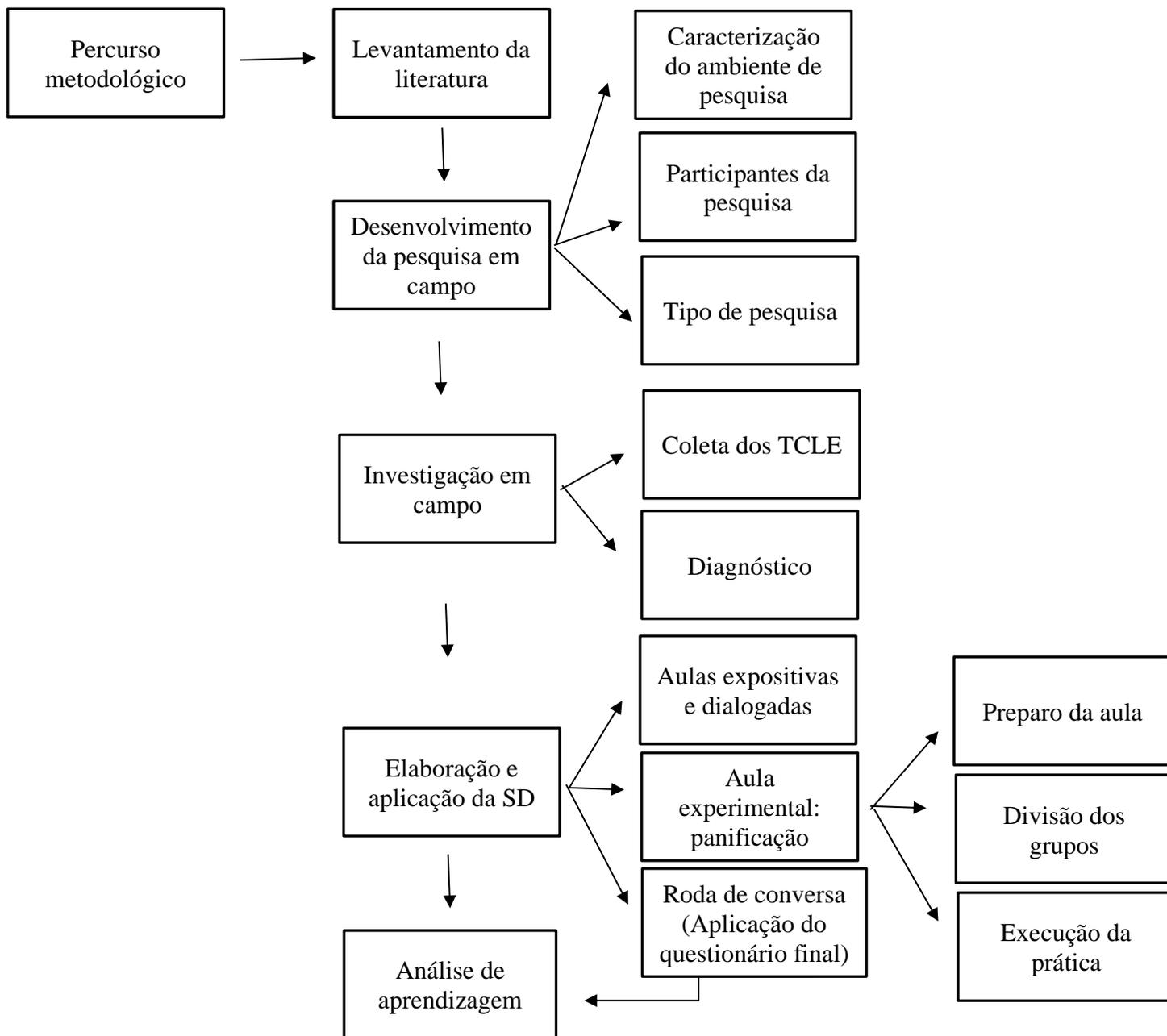
O processo de obtenção de fermentados a partir de frutas é muito semelhante ao processo do vinho, com algumas adaptações, variando a metodologia de acordo com a matéria-prima (BOLF, 2018). A bebida fermentada da uva, o vinho, é uma das bebidas alcoólicas mais antigas e de consumo mundial. De acordo com a lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988, a denominação vinho é privativa à uva, sendo vedada a sua utilização para produtos obtidos de quaisquer outras matérias-primas. Ao utilizar o mosto de outra fruta que não seja a uva, denomina-se de fermentado seguido do nome da fruta (BRASIL, 1988).

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, bebida fermentada de fruta é aquela com graduação alcoólica de 4% a 14% em volume a 20°C, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura. O fermentado pode sofrer a adição de açúcares, água e outras substâncias previstas em ato administrativo complementar para cada tipo de fruta. O fermentado também pode ser gaseificado quando adicionado dióxido de carbono (CO₂) (BRASIL, 2009).

3 PERCURSO METODOLÓGICO

Esse capítulo descreve a metodologia adotada e as etapas seguidas para a realização dessa pesquisa. Para uma melhor visualização, as etapas gerais foram descritas em forma de fluxograma como mostra a Figura 3 a seguir.

Figura 3 – Fluxograma geral das etapas da pesquisa



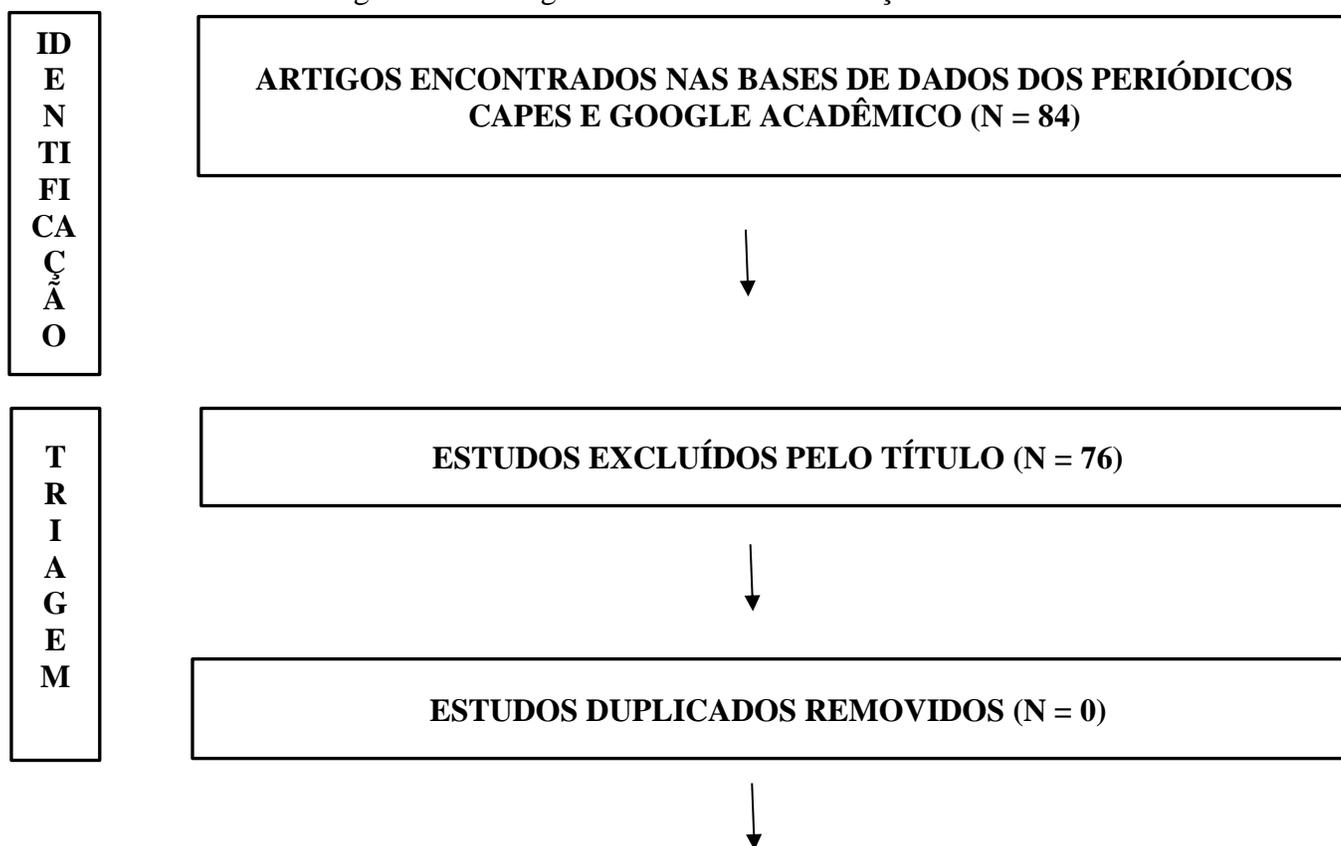
Fonte: Próprio autor

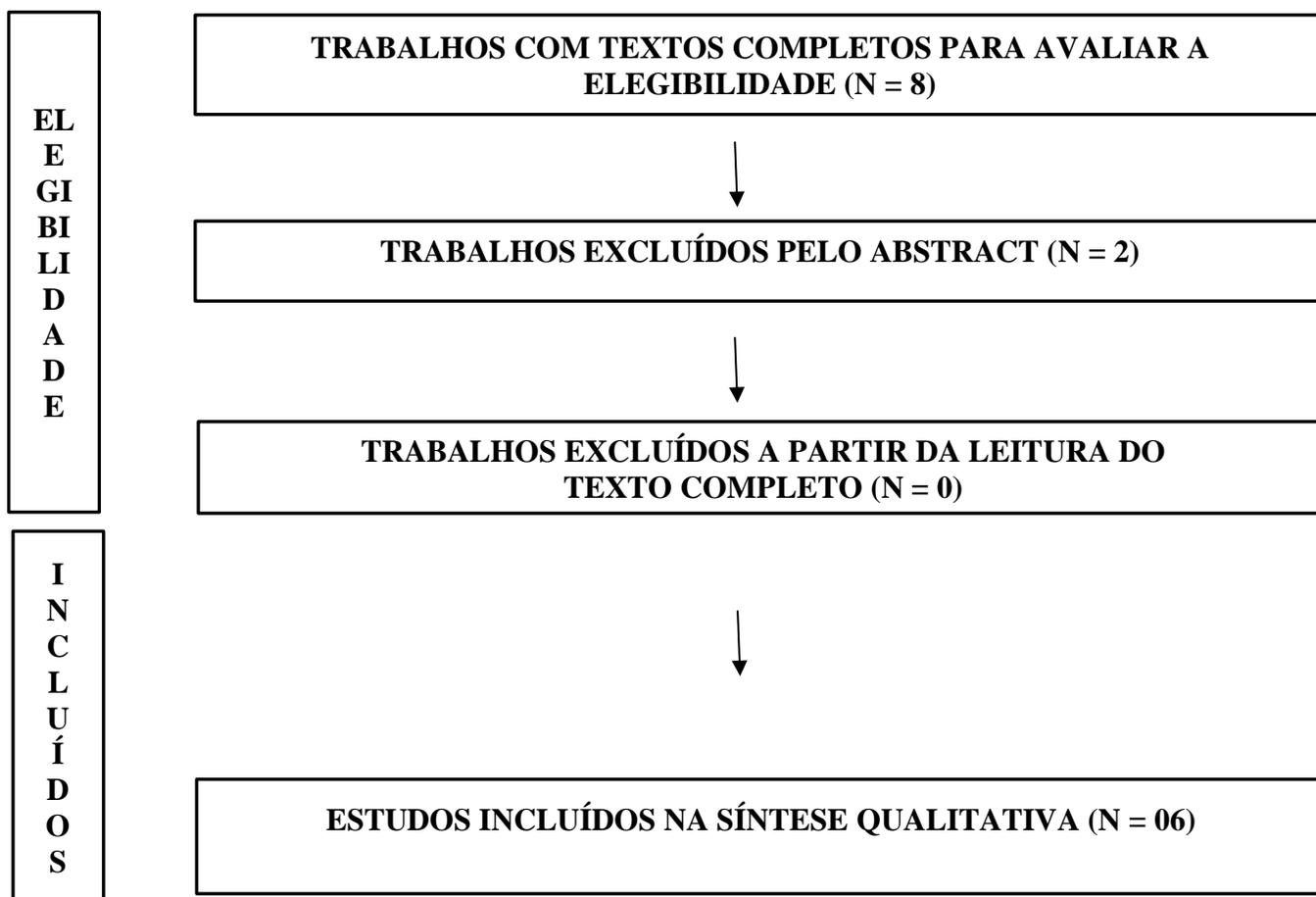
3.1 Levantamento da literatura

Com o objetivo de analisar como o tema tem sido trabalhado, foi feito um levantamento da literatura em setembro de 2021 na base de dados Google Acadêmico. Os descritores utilizados foram os seguintes: “Fermentação alcoólica” AND “Sequência didática” AND “Ensino de química” AND “Abordagem CTS”.

Desse modo, foram selecionados 06 trabalhos sendo incluídos segundo os critérios de elegibilidade conforme a Figura 4. Os critérios de inclusão foram: artigos nos idiomas espanhol e português, dos últimos cinco anos, envolvendo a fermentação alcoólica como tema para o ensino de química no terceiro ano do ensino médio em uma abordagem CTS. Os critérios de exclusão foram trabalhos de revisão de literatura.

Figura 4 – Fluxograma dos critérios de seleção e inclusão dos trabalhos





Fonte: Próprio autor

3.2 Desenvolvimento da pesquisa em campo

O desenvolvimento da pesquisa em campo está organizado em três etapas que estão detalhadas a seguir.

3.2.1 Caracterização do ambiente de pesquisa

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual Professora Diana Pinheiro, situada na Avenida Presidente Kennedy, no Bairro Educandos, zona sul de Manaus (Figura 5). A referida escola é da rede estadual e atende os Ensinos Fundamental II (6º ao 9º ano) no turno matutino e Médio (1º ao 3º ano) no turno vespertino. A maioria dos seus alunos são de bairros próximos à avenida, sendo eles Santa Luzia, Morro da Liberdade, Colônia Oliveira Machado e Educandos. Destaca-se que o local de aplicação foi escolhido pelo fato de a aluna pesquisadora ser egressa da escola.

Figura 5 – Frente da Escola Estadual Professora Diana Pinheiro



Fonte: Próprio autor

A escola dispõe de 14 salas de aula, 1 (um) auditório, 1 (uma) sala de informática, 1 (uma) biblioteca, 1 (uma) sala dos professores, 2 (dois) banheiros para os professores, 2 (dois) banheiros para os alunos, 1 (uma) cozinha, 1 (uma) secretaria, 1 (uma) sala da pedagogia, 1 (uma) sala da diretoria, 1 (uma) quadra poliesportiva e 1 (um) estacionamento aberto, onde geralmente é realizado a hora cívica com os alunos. A escola não possui laboratório de ciências, logo, se o professor optar por aulas experimentais, deverão ser aplicadas em sala de aula.

Vale frisar que as salas de aula possuem 1 (um) ar-condicionado, 1 (um) quadro branco, 1 (uma) mesa do professor e, em média, 35 (trinta e cinco) carteiras para os alunos. Caso o professor queira usar *Datashow* é necessário solicitar da pedagogia. Também é importante salientar que, devido à pandemia da Covid-19, a escola estava seguindo as orientações estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) quanto ao uso de máscara, higienização das mãos com álcool em gel ou nos lavatórios espalhados nas dependências da instituição.

3.2.2 Participantes da pesquisa

Os participantes da pesquisa foram 32 (trinta e dois) alunos de uma turma de 3º ano do ensino médio com idade entre 18 (dezoito) e 21 (vinte e um) anos. Optou-se em escolher uma turma do 3º ano, porque, nesta sequência didática, a temática “Fermentação alcoólica” foi pensada como uma forma de abordar o conteúdo “Função Orgânica Álcool”, assunto estudado no referido ano.

Nessa pesquisa, onde consta os resultados e discussões, por uma questão de sigilo e anonimato dos participantes, assegurado pelo Termo de Consentimento e Esclarecimento

(Apêndice C) assinado pelos estudantes, esses alunos foram identificados por código do tipo A-x, obedecendo a ordem numeral crescente, por exemplo: A-01, A-02, A-03[...] e assim por diante.

3.2.3 Tipo de Pesquisa

O método dessa pesquisa é misto, ou seja, é do tipo quanti-qualitativa. Dal-Farra e Lopes (2013) afirmam que esse tipo de método é recorrente em muitos campos da pesquisa e muito utilizado na área da Educação, pois possibilita um vasto caminho de exploração para os pesquisadores e educadores devido à riqueza dos resultados.

3.3 Investigação em campo

A etapa de investigação em campo foi essencial para definir o desenvolvimento da SD e é explicada com mais detalhes nos próximos tópicos.

3.3.1 Coleta dos Termos de Consentimento e Esclarecimentos

Para a segurança do desenvolvimento da pesquisa em campo, foi necessário coletar Termos de Consentimentos Livres e Esclarecidos (TCLE) dos participantes diretos (alunos) e indiretos (diretor e professora) da pesquisa. Ao diretor e à professora foram entregues os termos contidos nos Apêndices A e B. Já os alunos, receberam o TCLE contido no Apêndice C. Por conseguinte, após a explicação e esclarecimentos do que seria realizado, o diretor, a professora e os alunos assinaram os TCLE (Figura 6), os quais foram feitos em duas cópias, sendo uma de posse da aluna pesquisadora e a outra do participante da pesquisa.

Figura 6 – Alunos assinando o TCLE



Fonte: Próprio autor

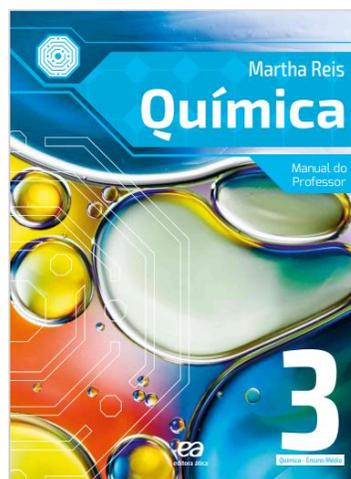
3.3.2 Diagnóstico

A etapa do diagnóstico foi dividida em três partes: 1) Verificação dos currículos BNCC e SEDUC/AM; 2) Análise de livros didáticos; e 3) Aplicação e análise de questionário prévio.

Primeiramente, antes de iniciar a pesquisa em campo, foi verificado como o assunto é apresentado nos currículos BNCC e SEDUC/AM para verificar em qual área de conhecimento o conteúdo está inserido e entender quais conhecimentos e habilidades são propostos para que os alunos alcancem ao final da temática.

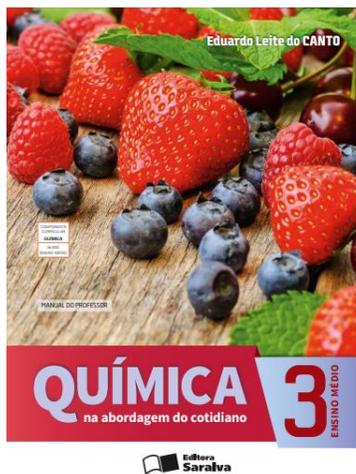
Posteriormente, foi perguntado à professora qual livro didático era utilizado na escola; a professora afirmou que, devido à pandemia, os alunos estavam sem livro didático atual, por isso estavam utilizando o livro da Martha Reis (2016) do ano anterior cedido pela instituição de ensino. Além do livro utilizado pela professora, foi escolhido o livro de autoria do Eduardo Leite do Canto (2016) para análise. Logo, fez-se a análise dos livros didáticos (Figura 7) e (Figura 8), especificamente dos capítulos 4 e 10 da Martha Reis e capítulos 2 e 7 do Eduardo Leite do Canto, onde são abordados, respectivamente, os conteúdos Funções Oxigenadas e Carboidratos, objetivando verificar se os autores citam a temática “Fermentação Alcoólica” para abordar a “Função álcool” em algum deles.

Figura 7 – Livro didático da Martha Reis



Fonte: Próprio autor

Figura 8 – Livro didático do Eduardo Leite do Canto



Fonte: Próprio autor

Finalmente, fez-se aplicação de um questionário prévio estruturado (Apêndice E) com a finalidade de verificar os conhecimentos dos alunos quanto ao tema e averiguar o que eles gostariam de saber sobre o conteúdo (Figura 9). Após a análise das respostas do questionário prévio, foi adicionado um tópico sobre os efeitos da bebida alcoólica no organismo, atendendo a sugestão de alguns alunos.

Figura 9 – Alunos respondendo o questionário prévio



Fonte: Próprio autor

3.4 Elaboração e Aplicação da SD

A SD (Apêndice D) foi pensada e elaborada em formato de aulas presenciais, tendo em vista o retorno das aulas da rede pública de ensino. Na intenção de contextualizar o conteúdo

“Função Orgânica Álcool”, decidiu-se dar ênfase no álcool mais comum, o etanol, optando em utilizar a fermentação alcoólica como tema gerador de aprendizagem na SD com base na Abordagem CTS.

Dessa maneira, a aplicação da SD, posterior ao diagnóstico contido no item 2.3.2, foi realizada em seis aulas presenciais, tendo um total de três momentos. Esses momentos seguiram a seguinte distribuição:

- ✓ O primeiro, composto por duas aulas expositivas e dialogadas;
- ✓ o segundo, de uma aula experimental desenvolvida em três horas;
- ✓ e, no terceiro momento, uma roda de conversa.

Para cada aula, foi proposto um método de avaliação conforme previsto na SD. Além de contribuir na exercitação do que foi estudado em sala, colabora para alcançar o Resultado Pretendido da Atividade (RPA), sendo esse o objetivo da aula. As atividades das aulas expositivas foram aplicadas ao final da aula. As atividades foram solicitadas ao final de cada aula com o prazo de entrega no próximo encontro, inclusive o relatório da aula experimental.

Sendo assim, os itens 2.4.1, 2.4.2 e 2.4.3 a seguir, explicam com mais detalhes o desenvolvimento da aplicação da SD.

3.4.1 Aulas expositivas dialogadas

As aulas expositivas dialogadas foram aplicadas em duas aulas de 50 minutos cada, sendo elaboradas a partir dos livros didáticos analisados no tópico 2.3.2. Em particular, os conteúdos fermentação alcoólica, álcool no cotidiano, propriedades do etanol e efeitos do álcool no organismo, foram retirados de outras fontes.

Os objetivos, conteúdos explorados, recursos didáticos e os métodos de avaliação das duas aulas estão descritos na SD (Apêndice D). Pelo formato das aulas baseadas na abordagem CTS e para uma melhor visualização dos estudantes, foi utilizado como principais recursos o *Datashow* e computador para a exibição de slides. Logo foi perceptível o interesse dos alunos, pois participaram com perguntas e respostas.

3.4.2 Aula experimental: Fermentação alcoólica (panificação)

O segundo momento da SD foi a aula experimental, a qual os alunos produziram pão em sala de aula, para então, observar e analisar o processo da fermentação alcoólica.

3.4.2.1 Preparo da aula experimental

Para a execução da aula prática, foi necessário pedir, previamente, permissão da pedagogia e explicar o que seria feito em sala de aula. A fim de proporcionar mais espaço para a prática, a pedagoga ofereceu o auditório da escola para a realização da atividade (Figura 10). Além disso, também foi solicitado a disponibilização de três horas de aula para a execução do experimento.

Figura 10 – Alunos no auditório da escola para a aula prática



Fonte: Próprio autor

Apesar da escola possuir cozinha, o forno estava desativado por causa de vazamento de gás. Então, os pães foram assados em uma panificadora próxima à escola sem custo algum, pois a proprietária, ao saber do projeto, disponibilizou o forno sem taxa. Por fim, é importante frisar que os materiais utilizados no experimento, foram custeados pela pesquisadora, não havendo necessidade da contribuição dos alunos participantes da pesquisa.

3.4.2.2 Divisão dos grupos

No dia do experimento, foi solicitado que os alunos formassem seis grupos com, no máximo, cinco pessoas – dois grupos ficaram com seis, totalizando 32 alunos. Feito isto, o roteiro da aula experimental (Apêndice G) foi entregue, lido com os alunos e esclarecido que a atividade avaliativa daquela aula seria um relatório do experimento e as orientações estavam descritas no roteiro da aula (Figura 11). Após os esclarecimentos, foi explicado que, devido à pandemia da Covid-19, apenas um aluno de cada equipe executaria a prática, como mostra a (Figura 12), podendo haver troca no decorrer da aula.

Figura 11 – Leitura do roteiro da aula experimental com os alunos



Fonte: Próprio autor

Figura 12 – Organização da prática experimental



Fonte: Próprio autor

3.4.2.3 Execução da Panificação

Após a explicação da prática, os alunos iniciaram os procedimentos de acordo com o roteiro da aula experimental. Do mesmo modo, a aluna pesquisadora, acompanhou todas as etapas do procedimento. Partindo disso, eles cumpriram todas as etapas descritas no roteiro, sendo resumidas nos seguintes momentos:

Mistura dos ingredientes e sova da massa: Inicialmente os alunos misturaram todos os ingredientes (Figura 13A) e sovaram a massa (Figura 13B)

Figura 13 – Alunos no processo de produção da massa. A: Misturas dos ingredientes; B: sova da massa



Fonte: Próprio autor

Descanso da massa: Como a levedura precisa estar em meio anaeróbico para a fermentação ocorrer, foi necessário vedar a bacia que continha a massa com um saco plástico preto (Figura 14A). Após isso, a bacia vedada foi levada para fora do auditório, pois a temperatura baixa da sala poderia impedir o crescimento da massa, ou seja, a ocorrência da fermentação alcoólica (Figura 14B).

Figura 14 – Alunos preparando o ambiente favorável para a fermentação da massa. A: vedação com saco plástico; B: ambiente favorável à fermentação



Fonte: Próprio autor

Abertura e corte da massa: Passado os 30 minutos de descanso, certificou-se que a fermentação havia acontecido, pois a massa aumentara de tamanho devido a liberação do gás carbônico, um dos produtos da fermentação alcoólica elucidado na Figura 1. Logo, a massa foi aberta (Figura 15A) e cortada em tiras (Figura 15B).

Figura 15 – Alunos na produção dos pães. A: abertura da massa; B: corte da massa



Fonte: Próprio autor

Modelagem e pincelagem dos pães: As massas no formato de tiras foram modeladas envolta das salsichas (Figura 16A), em seguida, os pães foram pincelados com gema de ovo (Figura 16B) e levados para assar.

Figura 16 – Alunos trabalhando a modelagem dos pães. A: modelagem; B: pincelagem



Fonte: Próprio autor

Degustação: Essa etapa final foi dedicada a degustação dos pães, registrada na Figura17.

Figura 17 – Degustação dos pães



Fonte: Próprio autor

3.4.3 Roda de conversa

Por fim, o terceiro e último momento da SD, foi uma roda de conversa em sala de aula sobre as contribuições que a temática Fermentação Alcoólica teve no estudo da Função Orgânica Álcool, sendo também, dedicado aos esclarecimentos de dúvidas (Figura 18).

Figura 18 – Roda de conversa



Fonte: Próprio autor

Desenvolvida por Freinet (1896-1966), a Roda de Conversa é uma metodologia que prioriza discussões a respeito de um tema, também proporciona a troca de experiência, pois torna o ambiente favorável que instiga a fala e a escuta de posicionamentos críticos dos participantes. Em suma, a Roda de Conversa possibilita dar significado às palavras do aluno, pois respeita seu contexto social e cultural (BERTOLDO, 2018).

3.5 Verificação de Aprendizagem

A verificação de aprendizagem foi realizada através de um comparativo entre o questionário prévio (Apêndice E) aplicado no início da SD, e do questionário final (Apêndice H) aplicado após as discussões geradas na roda de conversa (Figura 19). Também foi realizado uma análise das respostas das duas últimas perguntas do questionário final, sendo elas de caráter individual a respeito das contribuições do tema fermentação alcoólica no aprendizado da função álcool.

Figura 19 – Alunos respondendo o questionário final



Fonte: Próprio autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo, são descritos os resultados obtidos na pesquisa, bem como as discussões geradas a partir de dados e fundamentos teóricos. Para tanto, esse capítulo está dividido em quatro seções, sendo: 4.1 Levantamento da literatura; 4.2 Diagnóstico; 4.3 Intervenção: Aplicação da SD; e 4.4 Análise de aprendizagem.

4.1 Levantamento da literatura

Ao fazer esse levantamento, foram incluídos na síntese qualitativa seis trabalhos. Os resultados dessa pesquisa estão demonstrados no Quadro 1. O objetivo do levantamento de literatura foi realizar uma revisão integrativa a fim de investigar, na abordagem CTS, o tema fermentação alcoólica como uma proposta didática para o ensino de química no terceiro ano do ensino médio.

Em primeiro lugar, apesar da fermentação alcoólica não ser o foco de Terra e Leite (2017), seu trabalho foi incluso na pesquisa, porque sua pesquisa é embasada no enfoque CTS, citando superficialmente a fermentação alcoólica, pois para realizar o processo da fermentação acética, é necessário passar pela alcoólica.

Victorino (2021) também cita a fermentação alcoólica com superficialidade em uma SD, quando fala sobre o petróleo e a produção de etanol. Desse modo, a inserção de seu trabalho no Quadro 1 foi pela necessidade de analisar como a autora tratou as temáticas das SD na abordagem CTS. Assim, os autores que mais falaram sobre a temática fermentação alcoólica e etanol foram Broseguini (2020), Vargas (2020), Franco e Resende (2020) e De Sá (2017), buscando apresentar o tema no contexto do aluno a fim de promover a aprendizagem CTS.

Quadro 1: Demonstrativo da literatura dos trabalhos desenvolvidos

N	Ano	Título	Autor(es)	Periódicos	Objetivos	Resultados
1	2021	Práticas de ensino de ciências na interlocução entre a abordagem CTS e a perspectiva Freireana	Márcia Cristina Soares de Moura Victorino	Banco de dissertação da UFF	Desenvolver propostas no ensino de Ciências no nono ano do ensino fundamental com enfoque CTS e visão freireana.	Foi elaborado quatro propostas de SD. Apesar de não ter havido aplicação devido à pandemia da COVID-19, as expectativas de Êxito na utilização da SD são muitas, pois está embasada na teoria CTS e na perspectiva freireana.
2	2020	Etanol: Uma abordagem CTSA com perspectiva de alfabetização científica	Diego Becalli Broseguini	Banco de dissertação da IFES	Promover a alfabetização científica na disciplina de química através de uma SD baseada na educação CTSA	As SD mostraram resultados mais que suficientes no que tange ao aprendizado dos alunos, com aspectos inovadores levando os estudantes à formulação de problemas. No geral, as SD desenvolvidas foram bem avaliadas quanto ao objetivo de promover a alfabetização científica dos estudantes.

3	2020	Atitudes em relação à natureza da Ciência e da Tecnologia: O caso da produção de bioetanol a partir do café	Luis David González Vargas	Repositório da Universidade Pedagógica Nacional	Desenvolver uma sequência didática sobre a produção de bioetanol a partir do café para assim contribuir no desenvolvimento de atitudes dos alunos quanto à Ciência, Sociedade, Natureza e Tecnologia.	O desenvolvimento da SD resultou em mudanças de atitudes observadas a partir de questionários pré-testes e pós-testes. Para isso, foi realizado experimento de produção de etanol a partir de restos de café a fim de interligar a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.
4	2020	O processo de fabricação de açúcar e álcool como tema gerador para o ensino de Química na Educação de Jovens e Adultos	Nélio Maurício Gaspar Franco, Rafael Xavier Resende	Repositório digital do IFG	Desenvolver uma oficina temática para o estudo do processo de produção de açúcar e etanol baseado na perspectiva CTSA para o ensino de química na EJA.	O desenvolvimento da SD utilizando a produção de açúcar e etanol como tema gerador de aprendizagem na abordagem CTSA foi de grande êxito, pois foi notório o sentimento de interesse e motivação dos alunos.

5	2017	Estudos culturais sobre a produção de vinagre para articular saberes escolares, científicos e populares: uma educação química com enfoque CTS/CTSA	Vilma Reis Terra, Sidnei Quezada Meireles Leite	XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC	Promover o ensino de química de forma interdisciplinar na aplicação de uma SD, cuja temática é de produção de vinagre a partir do caldo de cana.	As aulas foram aplicadas na disciplina de química, mas também foi possível utilizar conhecimentos populares e científicos promovendo, então, a percepção de aspectos tecnológicos, sociocientíficos e socioambientais.
6	2017	Uma proposta para o ensino de química através de uma abordagem CTSA: Uma sequência didática para o tema “Posto de combustíveis”	Pablo Cleyton Coelho de Sá	Banco da Universidade Federal do Maranhão	Propor uma SD no ensino de química na abordagem CTSA utilizando a temática “Posto de combustíveis”.	Foi elaborada metodologias didáticas para que os professores utilizam no ensino médio em uma visão contextualizada.

Fonte: Próprio autor

4.2 Diagnóstico

As análises a seguir permitiram verificar como o assunto “Álcool” é tratado na BNCC, SEDUC e, ainda, em dois livros didáticos. Também permitiu analisar os conhecimentos prévios dos alunos a fim de estruturar a SD.

4.2.1 Análise dos temas na BNCC e SEDUC

Segundo a BNCC a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias sugere a imersão nas temáticas “Matéria e Energia”, “Vida e Evolução” e “Terra e Universo”. Os saberes conceituais ligados a essas temáticas visa oferecer aos estudantes um fundamento teórico que o influi para a prática de investigar, analisar e discutir sobre as problemáticas que surgem em variadas situações (BRASIL, 2017).

Primeiramente, conforme analisado na BNCC, foi atestado que os temas “Fermentação alcoólica” e “Álcool” se encaixam nas temáticas “Matéria e Energia”, “Vida e Evolução” e “Terra e Universo”, pois facilmente seus conceitos podem ser relacionados a algum conteúdo que pertence a qualquer uma dessas três áreas. Inclusive, em “Matéria e Energia” o currículo orienta que trabalhe os processos de produção, dentre eles está o de obtenção do etanol, sendo essa uma maneira de analisar os fenômenos naturais e os processos tecnológicos como indica a competência específica da BNCC (BRASIL, 2017).

Da mesma forma, o currículo da SEDUC/AM, por estar fundamentado na BNCC, também visa a prática investigativa do aluno. Para o ensino de funções orgânicas e reações, o documento orienta pesquisa e debates em sala de aula sobre as principais funções do cotidiano e os mecanismos de reações para a obtenção de substâncias orgânicas, dentre eles o álcool (BRASIL, 2021).

Em suma, na análise dos currículos BNCC e SEDUC/AM, percebeu-se que os dois documentos objetivam a alfabetização científica do estudante, ao trazer propostas que vão de encontro com problemas do dia a dia, com prática de pesquisas e debates, o que não se distancia da educação CTS/CTSA. Muito pelo contrário, as análises feitas mostraram que os currículos educacionais propõem que a aprendizagem ocorra envolvendo as vertentes Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.

4.2.2 Análise dos livros didáticos

Inicialmente, no livro da autora Fonseca (2016), o conteúdo “Álcool”, contido no assunto de Funções oxigenadas no capítulo 4, é introduzido com uma notícia da morte prematura de um jovem que consumiu excessivamente bebida alcoólica. Em seguida, a autora conceitua álcool na visão química, mostra o grupo funcional, apresenta as regras de nomenclatura de acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) e, não dando tanta ênfase, cita o sistema de nomenclatura usual.

Ademais, Reis (2016) também apresenta de forma superficial as propriedades dos álcoois, sendo elas: a) Forças de interação molecular; b) Temperaturas de fusão e ebulição; c) Estados de agregação; d) Densidade; e) Solubilidade e; f) Reatividade. No final, mostra aplicações práticas de utilização do metanol e etanol e finaliza retomando a notícia do jovem que morreu, explicando os efeitos do álcool no organismo e o porquê de ser uma droga. Para tanto, são dedicadas cinco páginas do livro para esse tópico. Já o assunto Carboidratos, no capítulo 10, a autora não cita em nenhum momento a fermentação alcoólica.

Em contrapartida, o autor Do Canto (2016), no capítulo 2, inicia o conteúdo “Álcool” apresentando o Etanol, mostrando que ele é o álcool presente no combustível e nas bebidas alcoólicas, também cita o efeito desse álcool no organismo. Além do mais, diz que existem outros tipos de álcoois e mostra a definição química dessa função. Em seguida o autor mostra exemplos de cadeias alcoólicas, as regras de nomenclatura de acordo com a (IUPAC) e o metanol, as aplicabilidades e seus riscos.

Para finalizar o estudo dessa função, Do Canto (2016) aborda uma conscientização quanto ao risco do consumo de bebidas alcoólicas, mostrando os danos que causam no organismo por uso prolongado e os impactos sociais devido à dependência que provoca. Ainda no mesmo livro, no capítulo 7, após apresentar os carboidratos, o autor fala sobre a produção de álcool por fermentação alcoólica. De forma bem rasa, cita que a moagem da cana-de-açúcar é feita para a obtenção do caldo e, em seguida, é inserido o fermento biológico (levedura). Ao mostrar todas as etapas para a obtenção do etanol, o autor menciona a panificação e sugere a execução de uma experimentação com os alunos.

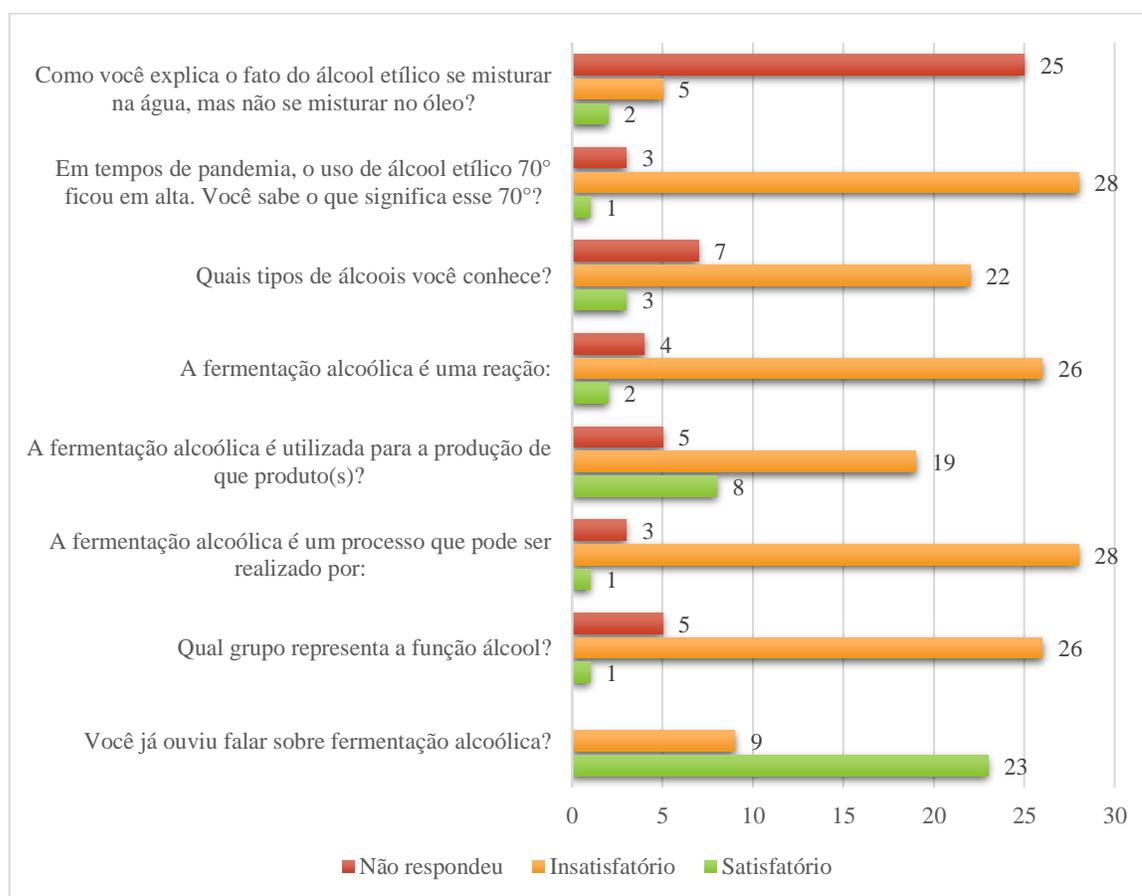
De modo geral, nos dois livros, os conteúdos da função orgânica álcool seguem uma sequência lógica, tanto na disposição dos tópicos quanto na contextualização. Ambos os autores, além de focarem nos conteúdos, dão uma grande ênfase no Etanol, álcool mais comum e conhecido

pelos alunos, principalmente no que tange às bebidas alcoólicas, pois o uso por meio dos jovens tem sido uma crescente marcante de efeito prejudicial.

4.2.3 Análise dos conhecimentos prévios dos alunos

As respostas dos alunos ao questionário prévio (Apêndice E) foram analisadas e classificadas como “satisfatória” ou “não satisfatória” e, para as perguntas sem resposta, “não respondeu”. Para isso, a Figura 20 apresenta um gráfico dessa classificação.

Figura 20 – Gráfico das respostas dos alunos referente aos conhecimentos prévios sobre Álcool e Fermentação



Fonte: próprio autor

Partindo da análise do gráfico da Figura 20, percebe-se que as respostas insatisfatórias ganharam destaque em quase todas as questões, exceto na questão 1. Segundo o gráfico, dos 32 alunos, 23 já ouviram falar sobre a fermentação alcoólica, no entanto, ao analisar as respostas das outras questões foi visto que o conhecimento a respeito do tema era baixíssimo ou nenhum. Sendo

assim, como três questões são discursivas, foram expostas no quadro 2 com a resposta de três alunos para uma breve discussão.

Quadro 2: Respostas dos Alunos a Aplicação do Questionário Prévio

Alunos	Perguntas e respostas dos alunos
A-03	Quais os tipos de álcoois você conhece? – “álcool em gel, cerveja”
A-12	Em tempos de pandemia, o uso do álcool etílico 70° ficou em alta. Você sabe o que significa esse 70°? – “Acho que é o quanto ele é potente”
A-25	Como você explica o fato do álcool etílico se misturar na água, mas não se misturar no óleo? – “Tem a ver com a polaridade”

Fonte: próprio autor

As respostas dos três alunos apresentam ideias superficiais e de senso comum. Em primeira análise, observa-se que na visão do A-03, álcool e etanol são sinônimos, o que difere são os produtos que o contém. Na realidade, inicialmente, esse era o pensamento de mais de 90% dos alunos.

Em segunda análise, tem-se a resposta do A-12 dotada de senso comum. Aqui, o aluno respondeu com incerteza de acordo com o que ele percebeu na sua vivência. Possivelmente pelas orientações do uso de álcool em gel 70° para a higienização das mãos recomendadas pela OMS como medidas de prevenção à COVID-19.

Em última análise, evidencia-se a superficialidade da resposta do A-25. Nesse momento, esse aluno entende que a questão de misturar ou não misturar tem a ver com a polaridade das moléculas, no entanto, ele ainda não consegue elaborar uma explicação. Possivelmente, aqui, necessitava de apenas uma revisão sobre o assunto, tendo em vista que é um conteúdo estudado na química do primeiro ano do Ensino Médio.

Portanto, certifica-se que essa etapa de conhecimentos prévios foi essencial, pois segundo Moura e Moretti (2003), os conhecimentos prévios envolvem não só os conceitos, mas também informações diretas e indiretas estabelecidas pelo aluno acerca do assunto a ser estudado.

4.3 Intervenção: Aplicação da SD

A elaboração da SD foi centralizada no aprendizado do aluno, logo, os objetivos propostos foram em relação ao aluno. Sendo assim, com a aplicação da SD, objetivo geral é que o estudante consiga identificar os álcoois no cotidiano e explicar o processo de produção do etanol aplicando o conhecimento construído com o estudo da temática fermentação alcoólica. Para cada aula, foram propostos os Resultados Pretendidos com a Atividade (RPA), sendo esses os objetivos da aula.

A aplicação da SD, estruturada com base na abordagem CTS, foi realizada por meio de aulas expositivas dialogadas, aula experimental e roda de conversa. Nas seções a seguir, apresentase os resultados obtidos da relação dos alunos com a SD, bem como seus progressos frente ao estudo do conteúdo.

4.3.1 Aulas expositivas dialogadas

Em primeiro lugar, a escolha pelas aulas expositivas dialogadas foi realizada pensando na educação CTS que não funciona no ensino tradicional, o qual Paulo Freire tece críticas se referindo ao aluno e professor como, respectivamente, receptor e transmissor de conhecimento. As informações e os conhecimentos são lançados aos alunos, para que eles o absorvam, e nas avaliações utilizem-nos, havendo pouca ou nenhuma reflexão do conhecimento recebido pelos alunos e pouca interação entre professor e aluno (FREIRE, 1993).

Ao iniciar a primeira aula, a professora perguntou dos alunos se eles sabiam definir álcool, as respostas obtidas não foram de definição, mas de associações. Todos eles associaram o álcool ao combustível, a cerveja, vinho, champanhe, álcool em gel, álcool comercial, etc [...]. A partir disso, foi observado que os expostos estavam ligados ao etanol, e quando foi perguntado se eles conheciam outros tipos de álcool, a resposta foi negativa, como já se imaginava com a análise do questionário prévio. Além do desconhecimento do conceito químico de álcool, essas respostas se devem ao equívoco cometido no dia a dia ao tratar o etanol simplesmente pela nomeação álcool. Apesar do equívoco, essa associação ao etanol foi benéfica para o estudo da função álcool segundo o planejamento da SD.

Ao falar que o pão passa pela fermentação alcoólica para ser produzido, os alunos se assustaram e questionaram se dá para ficar embriagado comendo pão. De igual modo foi o susto quando foi falado que um dos principais agentes responsáveis pela produção de etanol é um fungo; os alunos ficaram espantados e questionaram: “então quando a gente come pão, a gente come fungo?” Para responder esses questionamentos fez-se o seguinte exposto a eles: “o pão para ser assado, passa por elevadas temperaturas, o que vocês acham que acontece com o etanol e o fungo?” Logo houveram respostas “o álcool evapora”, “o fungo morre”. Nesse sentido, pode-se dizer que a escolha do tema foi tendenciosa, pois Guimarães (2009) diz que para a aprendizagem ser significativa para o aluno, o que ele está aprendendo precisa ter relação com o que ele já conhece.

Na segunda aula, o que mais chamou a atenção dos alunos foi saber que as propriedades dos álcoois são alteradas de acordo com a estrutura e os efeitos do consumo de bebidas alcoólicas no organismo. Quando foi falado sobre a importância desses conhecimentos na indústria, dando ênfase para o etanol, eles começaram a citar o que já haviam nos métodos de separação. Partindo disso, entrou-se na parte do álcool etílico 70°, um aluno contribuiu, ao falar: “professora, esse 70° indica a quantidade de álcool que contém na mistura”. Sendo a afirmativa correta, complementou-se a resposta falando que o grau alcoólico é similar à porcentagem, ou seja, a informação de álcool 70°, é a mesma coisa que dizer que a mistura contém 70% de álcool, ou seja, a cada 100 partes, 70 são álcool etílico.

Ainda na segunda aula, o tópico “efeitos do consumo de bebidas alcoólicas no organismo” gerou grandes discussões. Os alunos trouxeram à tona algumas doenças advindas do consumo excessivo dessas bebidas, no geral, vivida por pessoas do seu ciclo familiar, além também do questionamento “por que a bebida alcoólica causa dependência?”. Para responder essa pergunta, falou-se sobre os neurotransmissores que são liberados na ingestão.

Desse modo, as aulas expositivas dialogadas tiveram um papel fundamental para abrir a mente dos alunos para o conhecimento dessa função tão presente no cotidiano, tratando o aprendizado da função álcool a partir dos conhecimentos já existentes sobre etanol para, então, abordar os outros tipos de álcoois. Tendo isso em vista, constatou-se que a escolha das aulas do tipo expositiva dialogada foi de encontro com a proposta CTS, pois as discussões em sala de aula foram geradas, trazendo à tona assuntos dessas três esferas.

4.3.2 Aula experimental

No geral, o desenvolvimento dessa aula foi trabalhoso, porque necessitou de materiais de uso doméstico (louças). Entretanto, em sala de aula, ficou claro que as aulas experimentais são um tipo de instrumento de ensino que os alunos esperam na disciplina de química.

No decorrer de toda aula, foi perceptível o interesse e a participação dos alunos. Nos intervalos de espera que o processo de fermentação necessita, os alunos faziam perguntas, muitas respondidas pelos próprios colegas, sendo evidente a interação aluno-aluno descrita por Paulo Freire (1996) no ambiente de aprendizagem.

Em suma, a aula experimental foi essencial no desenvolvimento da SD, pois nessa aula os alunos puderam vivenciar a prática da produção do álcool com o processo da panificação. Para o ensino CTS, segundo Broseguini (2020), a utilização de aulas experimentais é essencial, pois provocam discussões e permitem que os estudantes tenham contato com a ciência de forma prática. Além do mais, Gonçalves et al. (2020) afirma que a experimentação apresenta um papel essencial no desenvolvimento do estudante, pois o que ele está aprendendo precisa fazer sentido para a sua vida.

4.3.3 Roda de conversa

Finalmente, para encerrar a aplicação da SD, optou-se por uma roda de conversa com os alunos que resultou uma discussão sobre os conhecimentos adquiridos até ali. Nesse momento a professora intermediou as discussões sobre o etanol com questões “Que importância ele tem para a indústria? Por que em tempos de pandemia é importante higienizar as mãos com álcool 70°? Por que devemos evitar a ingestão de bebidas alcoólicas?”. Em resumo, além das discussões advindas com essas perguntas, houve esclarecimento de alguns equívocos. Para Freire (1996), na sala de aula, todos devem ter voz, sendo os diálogos aluno-aluno e aluno-professor basilares do processo de ensino-aprendizagem.

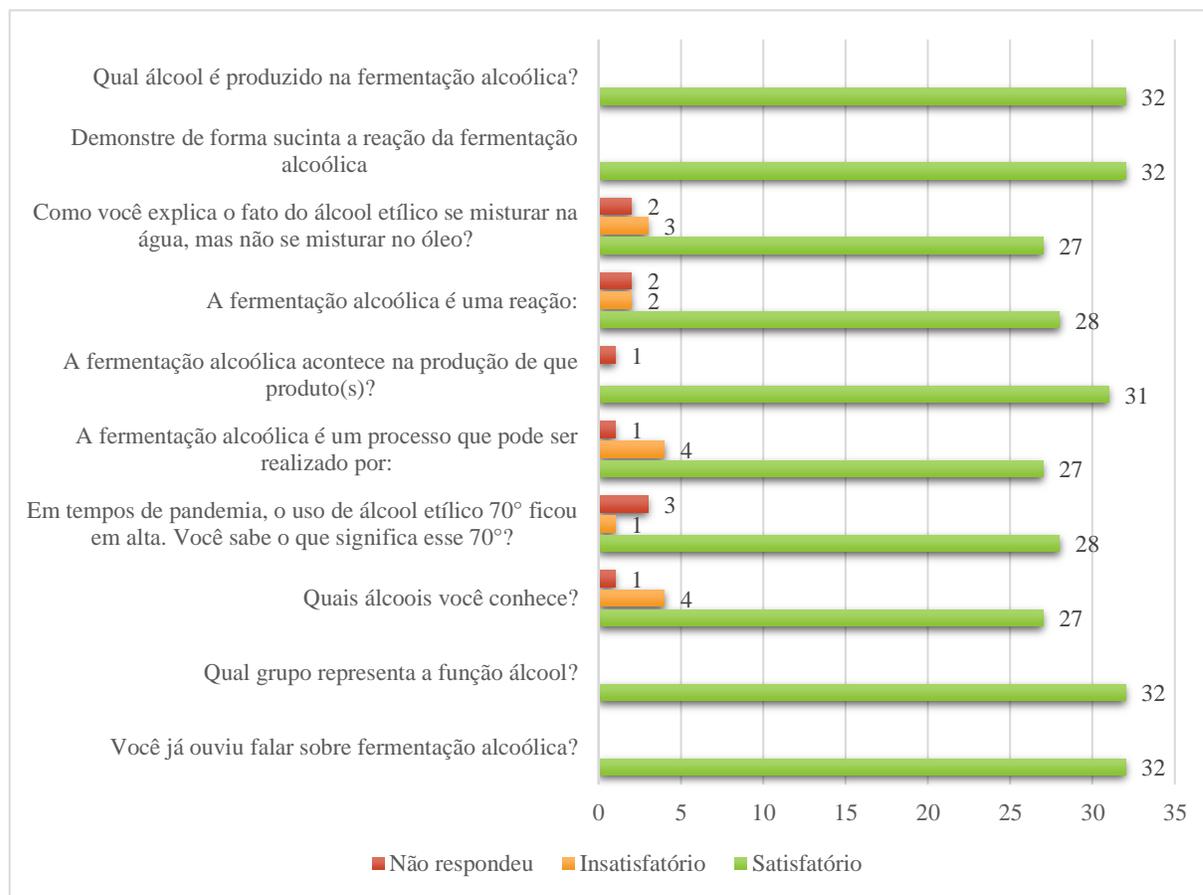
4.4 Análise de aprendizagem

Nesse tópico, é apresentado a análise dos dados obtidos a partir da execução da SD.

4.4.1 Questionário final: pós intervenção

Os resultados da verificação de aprendizagem da aplicação da SD, realizado a partir da análise do questionário final (Apêndice H) e seguindo o mesmo critério de análise do questionário prévio, está apresentado no gráfico a seguir da Figura 21.

Figura 21 – Gráfico das respostas do questionário final



Fonte: Próprio autor

Diferente do resultado do gráfico da Figura 20, evidencia-se que as respostas satisfatórias ficaram em destaque no gráfico da Figura 21. Após a aplicação da SD, os 32 alunos ouviram falar sobre fermentação alcoólica, identificar o grupo funcional álcool, demonstrar a reação da fermentação alcoólica e identificar o principal álcool produzido no processo da fermentação alcoólica.

Ademais, o gráfico também acusa que um aluno deixou de responder à pergunta “A fermentação alcoólica acontece na produção de que produto(s)?” que 96,9% dos alunos

responderam satisfatoriamente. Isso pode ter acontecido porque ele simplesmente não quis responder, pois a última questão, similar a essa, ele respondeu de forma satisfatória.

Assim, para fazer um comparativo com as respostas do questionário prévio, fez-se a análise das respostas dos mesmos alunos (A-03, A-12 e A-25) para a discussão da evolução das respostas, como mostra o Quadro 3.

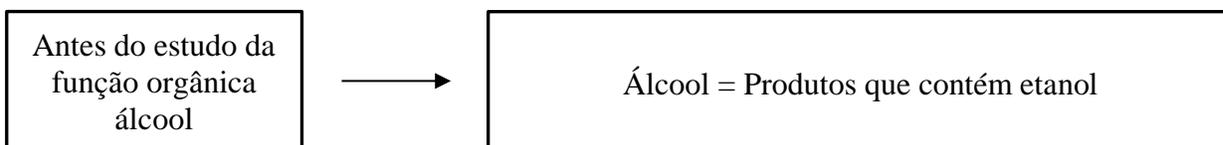
Quadro 3: Respostas dos Alunos à Aplicação do Questionário Final

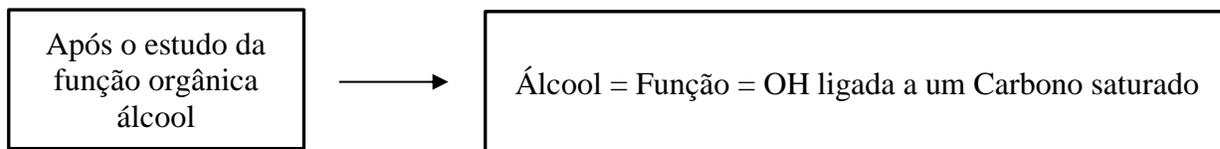
Alunos	Perguntas e respostas dos alunos
A-03	<p>Quais os tipos de álcoois você conhece? – “Metanol, etanol, propanol, glicerol”</p>
A-12	<p>Em tempos de pandemia, o uso do álcool etílico 70° ficou em alta. Você sabe o que significa esse 70°? – “Que essa mistura tem 70% de álcool etílico”</p>
A-25	<p>Como você explica o fato do álcool etílico se misturar na água, mas não se misturar no óleo? – “O álcool e a água são polares. O óleo é apolar. O álcool se mistura com a água porque são semelhantes. O álcool não se mistura com o óleo porque são diferentes.”</p>

Fonte: próprio autor

É perceptível a diferença das respostas dos alunos nessa fase. Nota-se que, após as aulas da SD, apresentaram respostas mais consistentes, com menos superficialidade e senso comum. Desse modo, a resposta do A-03 mostra que ele ressignificou o conceito de álcool, desvinculando a ideia de sinônimo do etanol, sendo exemplificado na Figura 22 a seguir.

Figura 22 – Postura do aluno A-03 antes e depois da aplicação da SD





Fonte: Próprio autor

A Figura 22 mostra as associações desse aluno, o antes e depois de estudar a função álcool. As associações de álcool à etanol foram comuns nos questionários prévios de outros alunos e, também, em sala na primeira aula. O que é normal, pois até aquele momento, com base no conteúdo programático do ensino médio, os alunos ainda não tinham estudado nada sobre o assunto e o que eles conheciam era sobre o etanol, álcool mais comum no dia a dia.

Do mesmo modo, o A-12 evoluiu de uma resposta interpretada pelo senso comum para uma interpretação a partir da linguagem científica. Já o A-25, que inicialmente respondeu à questão de maneira superficial, conseguiu elaborar uma resposta mais detalhada e satisfatória levando em consideração o seu nível de Ensino.

Da mesma forma, realizou-se a análise das respostas de mais alunos à questão sobre a reação da fermentação alcoólica, contida no questionário final, podendo ser visualizada no Quadro 4 a seguir.

Quadro 4: Respostas dos Alunos sobre a Fermentação Alcoólica

Alunos	Respostas dos alunos a uma questão sobre fermentação
A-05	<p>Escreva de forma sucinta a reação da fermentação alcoólica:</p> <p>– “$C_6H_{12}O_6 + \text{fungo} \longrightarrow C_2H_5O + CO_2$”</p>
A-09	<p>– “$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{glicólise}} C_2H_5O + CO_2$”</p>
A-21	<p>– “glicose + fungo \longrightarrow etanol + energia”</p>

Fonte: próprio autor

Analisando as respostas do Quadro 4, percebe-se que os alunos compreenderam a essência da reação da fermentação alcoólica, que é a produção de álcool a partir da glicose. Essa reação foi explicada com detalhes na primeira aula expositiva dialogada, revista na aula prática e cobrada no relatório da aula experimental.

Ainda sobre a análise do gráfico da Figura 21, as questões 3, 4, 5, 7 e 8 (Apêndice H) apresentaram respostas insatisfatórias. Para um melhor entendimento dos motivos desses resultados, foram selecionadas algumas dessas respostas para cada uma dessas questões, as quais podem ser visualizadas no Quadro 5.

Quadro 5: Respostas dos alunos classificadas como insatisfatórias

Alunos	Perguntas e respostas dos alunos
A-01	Quais álcoois você conhece? – “Etanol”
A-07	Em tempos de pandemia, o uso do álcool etílico 70° ficou em alta. Você sabe o que significa esse 70°? – “Significa a quantidade de água que está misturada no álcool”
A-16	A fermentação alcoólica é um processo que pode ser realizado por: – “Somente por fungos”
A-23	A fermentação alcoólica é uma reação: – “Endotérmica e Exotérmica”
A-32	Como você explica o fato do álcool etílico se misturar na água, mas não se misturar no óleo? – “O álcool e o óleo não conseguem interagir como o álcool e a água”

Fonte: próprio autor

Conforme o Quadro 5, ao analisar essas respostas, observa-se equívocos, superficialidade e lacunas no aprendizado. Cada pergunta, seguiu um critério para avaliá-la em satisfatória ou insatisfatória, sendo melhor explicado a seguir.

Na pergunta “Quais álcoois você conhece?” esperava-se que os alunos citassem três ou mais álcoois. Porém, percebe-se que o A-01 foi um dos que não responderam satisfatoriamente à pergunta. Existem duas possíveis causas: 1) não quis responder ou 2) não compreendeu a nomenclatura da função. Tendo em vista que todas as suas respostas referentes ao etanol e à fermentação alcoólica foram satisfatórias, é mais provável que esse aluno não compreendeu a nomenclatura da função.

Ao responder à pergunta “Em tempos de pandemia, o uso do álcool etílico 70° ficou em alta. Você sabe o que significa esse 70°?”, o A-07 se equivocou ao dizer que o 70° é a informação de água contida na mistura, como observa-se no Quadro 5. Em sala foi estudado que essa informação, mostrada nos rótulos, equivale ao teor alcoólico, segundo (CASTRO, 2021) que afirma que o teor alcoólico é indicado, geralmente, em escala *Gay Lussac* (°GL).

Já o A-16, na questão de múltipla escolha, marcou que a fermentação alcoólica é realizada somente por fungos, sendo a afirmativa incorreta, pois, de acordo com São Francisco (2021), a fermentação alcoólica é realizada por fungos e algumas bactérias.

Ao perguntar sobre que tipo de reação a fermentação alcoólica era, o A-23 marcou que era endotérmica e exotérmica. Percebe-se que aqui o aluno cometeu um equívoco, pois nas aulas foi abordado que a reação é exotérmica, porque libera calor (PINHEIRO, 2015).

Na pergunta discursiva “Como você explica o fato do álcool etílico se misturar na água, mas não se misturar no óleo?”, o A-32 respondeu “O álcool e o óleo não conseguem interagir como o álcool e a água”. Apesar da resposta não estar errada, foi considerada insatisfatória por causa da sua superficialidade e senso comum, pois, nesse momento, esperava-se que os alunos explicassem as interações moleculares e polaridade das moléculas.

Por fim, fica evidente a evolução dos conhecimentos dos alunos após a aplicação da SD. Apesar dos equívocos das respostas de alguns, a SD apresentou um alto índice de aprendizado, como consta o gráfico das respostas do questionário final (Figura 21), apresentando 92,5% de satisfatoriedade.

4.4.2 Contribuições da SD segundo os alunos

Foram escolhidas as respostas de três alunos para a análise da contribuição da SD no final desse estudo. As três perguntas, de caráter individual, também estavam contidas no questionário final (Apêndice H), mas não foram lançadas no gráfico.

Quadro 6: Visão dos alunos quanto à SD

Alunos	Perguntas e respostas dos alunos
<p>A-14</p> <p>A-18</p> <p>A-25</p>	<p>“A respeito do experimento, como foi para você a experiência de fazer pão em sala de aula e visualizar os fenômenos que acontecem até ele chegar em nossa mesa?”</p> <p>– “Foi uma experiência única. Me interessou bastante ver todo o processo, foi muito divertido”.</p> <p>– “Foi muito interessante presenciar as transformações químicas que acontecem na fermentação alcoólica com coisas que usamos no cotidiano”.</p> <p>– “Uma experiência incrível. No decorrer da aula prática foi explicado e observado todo processo de desenvolvimento da massa do pão, na qual há a degradação das moléculas de carboidratos (glicose ou frutose) até a formação do álcool. Então, sim, a aula foi ótima, única e divertida”.</p>
<p>A-14</p> <p>A-18</p>	<p>“O estudo da temática “Fermentação alcoólica” contribuiu no seu aprendizado do conteúdo “Função Orgânica Álcool”? Comente.”</p> <p>– “Sim, contribuiu, me trouxe novos conhecimentos de uma matéria que não me interessava. Foi tudo de uma forma que me interessou e diverti”.</p> <p>– “Sim. Aprendi como acontece a fermentação alcoólica, como realiza-la, onde ela está presente e sua relação com o etanol”.</p>

A-25	– “Sim, o processo de fermentação é um processo bem delicado e isso ficou claro durante as aulas. Agora tenho uma melhor noção sobre os produtos que uso no dia a dia. Vejo que antes de muitos produtos chegarem até nós, passam por várias transformações químicas, como é o caso do etanol”.
------	---

Fonte: Próprio autor

Diante dos resultados apresentados no Quadro 6, fez-se a análise de cada questão a fim de verificar e discutir as respostas dos alunos quanto ao estudo da temática “Fermentação alcoólica”.

➤ Respostas de A-14, A-18 e A-25 referentes à pergunta: **“A respeito do experimento, como foi para você a experiência de fazer pão em sala de aula e visualizar os fenômenos que acontecem até ele chegar em nossa mesa?”**

“Única, divertida, incrível, ótima”, esses foram alguns adjetivos que os alunos usaram em suas respostas, apresentadas no Quadro 6. Essas respostas indicam que o experimento, além de ser uma aula diferente do modelo que os alunos estavam acostumados, teve significado para suas vidas, sendo o momento que eles utilizaram para praticar o seu lado investigativo. Guimarães (2009) afirma que a experimentação no ensino de Ciências é de extrema importância, pois é o momento que o aluno comprova um princípio, desenvolve atividades práticas e testa hipóteses com um olhar investigativo. A melhor maneira de aprender, e mais eficiente, é quando se investiga.

➤ Respostas de A-14, A-18 e A-25 referentes à pergunta: **“O estudo da temática “Fermentação alcoólica” contribuiu no seu aprendizado do conteúdo “Função Orgânica Álcool”? Comente.”**

Os três alunos responderam “Sim” a respeito da contribuição. Para o A-14, além de ter contribuído, tornou o aprendizado de química interessante e divertido, o que condiz com a afirmativa de De Sá (2017) que inserir o contexto do aluno ao processo de ensino, resulta em uma aprendizagem mais eficiente.

Já o A-18 e A-25 expuseram que compreenderam o processo de fermentação, onde está presente, sua relação com a química e com o etanol. Nas respostas desses dois alunos, percebe-se o impacto da SD no aprendizado deles. Para Chassot (2018), o ensino de Ciências deve promover

a alfabetização científica, que é compreendida como a união de conhecimento que colabora para o entendimento do mundo onde se vive.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sem dúvidas, existem muitos obstáculos a serem superados no ensino de química, visto que os conteúdos ainda são abordados de forma sem levar em consideração a vivência do aluno. Franco e Resende (2020) dizem que uma maneira de dar sentido ao aprendizado de química é relacionar os conteúdos com o cotidiano do aluno, sendo os “Temas Geradores”, abordados nas sequências didáticas, uma forma eficaz para o processo de ensino-aprendizagem na perspectiva CTS.

Desse modo, pelo fato da abordagem CTS trabalhar justamente a contextualização de assuntos científicos e tecnológicos em meio às problemáticas da sociedade, permitiu que o conteúdo função orgânica álcool fosse desenvolvido de forma eficiente trazendo à tona questões como “efeitos do consumo de bebidas alcoólicas no organismo” e “por que a bebida alcoólica causa dependência?”. Para o estudo do etanol, álcool mais comum no dia a dia, foi essencial a utilização da fermentação alcoólica como tema gerador de aprendizagem.

Nesse sentido, o estudo da fermentação alcoólica na SD, permitiu o desenvolvimento da experimentação da panificação como um instrumento no processo de ensino e aprendizagem de Química, resultando de forma eficiente, pois os alunos puderam visualizar de forma prática a produção do etanol. De Sá (2017) diz que apesar da ciência química estar presente no cotidiano, infelizmente ela ainda é trabalhada de forma descontextualizada, não dando um significado a esses conhecimentos e as suas aplicabilidades na sociedade.

A fermentação alcoólica como tema gerador de aprendizagem baseado na abordagem CTS é pouco discutida, havendo poucos trabalhos sobre a temática nesse modelo. No entanto, no decorrer da pesquisa foi notório perceber que o tipo de ensino que relaciona a ciência com a tecnologia e assuntos sociais, é o que se espera. Isso foi observado na própria BNCC, que visa formar o cidadão para a sociedade, capaz de resolver problemas em seu cotidiano a partir dos conceitos científicos estudados.

A pesquisa mostrou a articulação entre os conceitos de Fermentação alcoólica, Sequência didática, Ensino de Química e a Abordagem CTS, para apresentar as teorias necessárias permitindo criar estratégias para a elaboração da SD. Já a execução da SD, resultou em um percentual de 92,5% de respostas satisfatórias no questionário pós-intervenção. Além disso, a contribuição da

fermentação alcoólica foi bem avaliada pelos alunos, constatando que a temática foi um diferencial nesse resultado.

Finalmente, com o desenvolvimento da pesquisa e os resultados obtidos, constatou-se que essa SD foi eficiente. Logo, o ensino baseado na abordagem CTS mostra possibilidades de o ensino de química ser mais significativo, dando recursos de capacitação de visão crítica sobre os novos conhecimentos científicos e tecnológicos. Nesse modelo, o ensino levou em consideração a contribuição do professor e aluno, porque os dois estão trabalhando na construção do conhecimento e estabelecem o processo de ensino-aprendizagem.

Portanto, com esse estudo, espera-se que a sequência didática desenvolvida a partir da temática fermentação alcoólica, seja mais uma contribuição para o processo de ensino-aprendizagem da função orgânica álcool, conteúdo do terceiro ano do ensino médio, entendendo que a aplicação dos conhecimentos científicos à realidade do estudante gera aprendizagem eficiente, pois é significativa.

REFERÊNCIAS

- BETOLDO, T. A. T. **Roda de conversa como estratégia promotora de capacidades de pensamento crítico**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.
- Bíblia de estudos Genebra. São Paulo: Cultura Cristã; Sociedade Bíblica do Brasil, 1998
- BOLF, R. DE A. **Análise de parâmetros na produção de fermentado alcoólico a partir de açaí (Euterpe Oleracea Mart.)**. 2018. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química). Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, 2018.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Ciências. Ensino Fundamental. Brasília: MEC, 2017.
- BRASIL. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, 4 de jun. 2009. Disponível em: Acesso em: 17 jun. 2018.
- BRASIL. Decreto nº 7.678, de 8 novembro de 1988. Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 8 de nov. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/1980-1988/L7678.htm> Acesso em: 17 jun. 2018.
- BROSEGUINI, B. D. **Etanol: Uma abordagem CTSA com perspectiva de alfabetização científica**. 2020. Dissertação (Mestrado no Ensino de Química) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vila Velha, 2020.
- CANTO, Eduardo Leite do: Ensino Médio / Eduardo Leite do Canto. 1. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.
- CASTRO, V. A. Produção e caracterização físico química de licor artesanal de pitaya (*polyrhizus*). 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Goiânia: PUC-Goiás / Escola de Engenharia, 2021.
- CAVALCANTI, M. H. S.; RIBEIRO, M. M.; BARRO, M. R. **Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS**. Ciênc. Educ., Bauru, v. 24, n. 4, p. 859-874, 2018.
- CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Unijuí, 8ª ed. 2018.
- COSTA JUNIOR, W. J. F. **Drogas psicoativas no ensino de química: uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) para a EJA (Educação de Jovens e Adultos)**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Química – PPGQ) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

DA COSTA, V. T. A.; MESSEDER, C.J. **Análise de rótulos de suplementos alimentares em aulas de Química: uma atividade de ensino de CTS**. RBECM, Passo Fundo, v. 2, n. 1, p. 44-52, jan./jul. 2019.

DAL-FARRA, A. R.; LOPES, C. T. P. Métodos mistos de pesquisa em educação: pressupostos teóricos. Nuances: estudos sobre Educação. Presidente Prudente-SP, v. 24, n. 3, p. 67-80, set./dez. 2013.

DE SÁ, C. C. P. **Uma proposta para o ensino de química através de uma abordagem CTS/CTSA: Uma sequência didática para o tema “Postos de Combustíveis”**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017.

DIAS, Disney Ribeiro; PANTOJA, Lílian; SCHWAN, Rosane Freitas. Fermentados de Frutas. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas: Ciência e tecnologia**, vol1. São Paulo: Blucher, 2010. p.85-111.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química: Ensino Médio / Martha Reis**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. 288 p.

FRANCO, G. M. N.; RESENDE, X. R. **O processo de fabricação de açúcar e álcool como tema gerador para o ensino de química na educação de jovens e adultos**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Itumbiara, 2020.

FREIRE, Paulo, **Pedagogia do oprimido**. 22 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1993. 184 p.

FREIRE, Paulo. **A pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25ª Ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. Disponível em: < <https://cpers.com.br/wp-content/uploads/2019/09/9.-Pedagogia-da-Autonomia.pdf>> Acesso em: 21 dez. 2021.

FREITAS, L. A.; MONTEIRO, E. P. Estágio supervisionado: compartilhando as experiências e os desafios para o ensino de Química no Amazonas. **Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática**. v.15, n. 33, p.183-200. Jan-Jun 2019.

GONÇALVES F. T.; RODRIGUES, J. M.; COUTINHO, C. Uma proposta de experimentação investigativa no ensino de ciências: a produção de levain. *In*: I Simpósio Sul – Americano de pesquisa em ensino de ciências – SSAPEC. 28-30 out, 2020.

GUERIENTI, E. M. **Fazendo pães caseiros**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 90p.

GUIMARÃES, C. C.; Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**. V. 31, n. 3, p. 198-202, agosto 2009.
MOURA, M. O.; MORETTI, V. D. Investigando a aprendizagem do conceito de função a partir dos conhecimentos prévios e das interações sociais. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 67-82, 2003.

OLIVEIRA, E. R.; **Desenvolvimento de bebida alcoólica fermentada a base de jambolão e caldo de cana-de-açúcar**. Dissertação (Dissertação em ciência e tecnologia em alimentos) – UFG. Goiânia, 2015.

OLIVEIRA, T. C.; MIRANDAR JUNIOR, P.; MARQUES, A. C. T. L. Uma sequência didática com o tema sociocientífico “substâncias psicoativas” para uma educação CTS. Produto educacional. Instituto Federal de São Paulo, São Paulo, 2016.

PINHEIRO, A. P. G. **Preparo e características de produtos oriundos da fermentação alcoólica e acética do cupuaçu “Theobroma grandiflorum SCHUM”**. Dissertação (Dissertação em Biotecnologia e Recursos Naturais) – UEA. Amazonas, 2015.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **Aprendizagem e o ensino de Ciências**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SÃO FRANCISCO, Portal. Fermentação Alcoólica. 2021. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/quimica/fermentacaoalcoolica#:~:text=Consiste%20na%20oxida%C3%A7ao%20parcial%2C%20aer%C3%B3bica,e%20na%20de%20certos%20alimentos>. Acesso em: 29 dez 2021.

SEDUC-Secretaria de Estado de Educação e qualidade do ensino. **Diretrizes curriculares e pedagógicas: Frente aos desafios do contexto atual**. Amazonas, 2020.

TERRA, V. R.; LEITE, S. Q. M. Estudos culturais sobre a produção de vinagre para articular saberes escolares, científicos e populares: uma educação química com enfoque CTS/CTSA. In: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 3 a 6 de julho de 2017.

VARGAS, L. D.G. **Actitudes hacia la naturaleza de la ciencia y la tecnología: el caso de la producción de bioetanol a partir de mucílago de café**. 2020. Dissertação (Ensino de Química) – Universidad Pedagógica Nacional Facultad de Ciencia y Tecnología, Bogotá, 2020.

VICTORINO, M. S. C. M. **Práticas de ensino de ciências na interlocução entre a abordagem CTS e a perspectiva freireana**. 2021. Dissertação (Ensino de Ciências da Natureza) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021.

WARTHA, E. J. **Instrumentação para o Ensino de Química I**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2009.

APÊNDICES

Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Diretor)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa: “FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO”

Prezado Diretor, esta pesquisa está propondo o desenvolvimento de uma proposta didática com alunos do 3º ano do Ensino Médio da disciplina Química. O projeto tem por objetivo geral: Elaborar uma proposta didática para o ensino da função álcool a partir da fermentação alcoólica no terceiro ano do ensino médio.

Propomo-nos a explicar e auxiliar os participantes na condução das atividades, bem como aos demais interessados no andamento da pesquisa.

Além da aplicação da sequência didática, realizaremos a aplicação de questionários semiestruturados com os alunos. Pretendemos registrar as aulas em diário de campo e fotografias, pois consideramos pertinente para a análise dos dados. Informamos ainda que os resultados desta pesquisa serão compartilhados com todos os envolvidos no processo. A participação nesse estudo é voluntária e se você decidir não participar ou quiser desistir de continuar a qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo. Na publicação dos resultados desta pesquisa, garantimos a privacidade dos participantes. Portanto, garantimos que a sua identidade e a dos alunos serão mantidas no mais rigoroso sigilo. Os registros fotográficos serão editados a fim de assegurar o direito de imagem. Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

Eu, _____,
Diretor da Escola Estadual Professora Diana Pinheiro, após ter lido e entendido as explicações sobre o projeto de pesquisa “Fermentação alcoólica: uma proposta didática para o ensino de química no terceiro ano do ensino médio”, tendo conversado com a pesquisadora ALYNE CLEMENTINA RIBEIRO VIEIRA, e tirado minhas dúvidas, CONCORDO VOLUNTARIAMENTE em participar deste trabalho, com a participação da professora e os alunos do 3º ano do ensino médio.

Consinto em participar deste estudo e declaro ter recebido uma cópia deste termo de consentimento.

_____ /_____/_____
Assinatura Data

Eu, pesquisadora ALYNE CLEMENTINA RIBEIRO VIEIRA, RG: 2992358-1, declaro que forneci todas as informações referentes à pesquisa, assim como assumi o compromisso de continuar informando sobre o andamento do processo, estando exposta às críticas e sugestões dos participantes.

Contato: alyne_vieira14@hotmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM,
Campus Manaus Centro, Avenida Sete de Setembro, nº 1975, Centro.

_____ /_____/_____
Assinatura Data

Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Professor)**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****Título da pesquisa: “FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO”**

Prezado (a) professor (a), esta pesquisa está propondo o desenvolvimento de uma sequência didática com alunos do 3º ano do Ensino Médio da disciplina Química. O projeto tem por objetivo geral: Elaborar uma sequência didática para o ensino da função álcool a partir da fermentação alcoólica no terceiro ano do ensino médio.

Propomo-nos a explicar e auxiliar os participantes na condução das atividades, bem como aos demais interessados no andamento da pesquisa.

Além da aplicação da sequência didática, realizaremos a aplicação de questionários semiestruturados com os alunos. Pretendemos registrar as aulas em diário de campo e fotografias, pois consideramos pertinente para a análise dos dados. Informamos ainda que os resultados desta pesquisa serão compartilhados com todos os envolvidos no processo. A participação nesse estudo é voluntária e se você decidir não participar ou quiser desistir de continuar a qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo. Na publicação dos resultados desta pesquisa, garantimos a privacidade dos participantes. Portanto, garantimos que a sua identidade e a dos alunos serão mantidas no mais rigoroso sigilo. Os registros fotográficos serão editados a fim de assegurar o direito de imagem. Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

Eu, _____,
docente da Escola Estadual Professora Diana Pinheiro, após ter lido e entendido as explicações sobre o projeto de pesquisa “Fermentação alcoólica: uma sequência didática para o ensino de química no terceiro ano do ensino médio”, tendo conversado com a pesquisadora ALYNE CLEMENTINA RIBEIRO VIEIRA, e tirado minhas dúvidas, CONCORDO VOLUNTARIAMENTE em participar deste trabalho com os alunos do 3º ano do ensino médio.

Consinto em participar deste estudo e declaro ter recebido uma cópia deste termo de consentimento.

_____ /_____/_____
Assinatura Data

Eu, pesquisadora ALYNE CLEMENTINA RIBEIRO VIEIRA, RG: 2992358-1, declaro que forneci todas as informações referentes à pesquisa, assim como assumi o compromisso de continuar informando sobre o andamento do processo, estando exposta às críticas e sugestões dos participantes.

Contato: alyne_vieira14@hotmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM,
Campus Manaus Centro, Avenida Sete de Setembro, nº 1975, Centro.

_____ /_____/_____
Assinatura Data

Apêndice C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Alunos)**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Eu, _____, fui convidado (a) a participar da pesquisa cujo tema é “Fermentação alcoólica: uma sequência didática para o ensino de química no terceiro ano do ensino médio”, desenvolvida pela aluna Alyne Clementina Ribeiro Vieira do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), do curso de Licenciatura em Química. Entendi que minha participação é essencial para o desenvolvimento da pesquisa. Então, eu concordo em participar da pesquisa. Entendo que não vou ser prejudicado(a) em nada. Posso pedir explicações a respeito do projeto. Não vou ter despesa de nada, porque não vou precisar gastar nada. Sei que não vou receber nada, nem dinheiro, nem qualquer outra coisa. Meu nome não vai aparecer em nenhum lugar. Tudo que vou falar vai ser utilizado somente para essa pesquisa. Eu concordo em ser fotografado e/ou filmado e sei que poderei ter cópias das fotos ou do filme. Eu concordo que o entrevistador grave a nossa conversa e posso ter uma cópia dela, gravada ou escrita. Nenhuma informação que eu der será aproveitada para uma patente. Este documento foi feito em duas cópias, uma fica comigo e outra com a pesquisadora.

Manaus, _____ de _____ de 2021.

Nome: _____

Assinatura: _____

Nome da aluna pesquisadora: Alyne Clementina Ribeiro Vieira

Assinatura da aluna pesquisadora: _____

APÊNDICE D – SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Autora: Alyne Clementina Ribeiro Vieira

Escola: Escola Estadual Professora Diana Pinheiro

Série/ano: 3º ano.

Tema: Fermentação alcoólica – Função Orgânica Álcool

Problema: A utilização do álcool é recorrente no cotidiano, sendo as mais comuns: assepsia, combustível e consumo. No entanto, os estudantes do ensino médio têm dificuldade em compreender que álcool se refere à função orgânica e não somente a um composto específico. Ademais, muitos desconhecem o processo de obtenção do composto alcoólico mais comum: o etanol. Sendo assim, com o estudo da temática “Fermentação alcoólica” os alunos serão capazes de **identificar** a presença dos álcoois em seu cotidiano e **explicar** o processo de produção do álcool etílico a partir da fermentação?

Justificativa: A fermentação alcoólica é um processo gerador de ATP (adenosina trifosfato) que ocorre de forma anaeróbica, envolvendo moléculas orgânicas doadoras e receptoras de elétrons (DIAS et al., 2010). Trata-se de uma reação enzimática onde há a quebra de uma molécula orgânica e a formação de compostos mais simples com liberação de energia (PINHEIRO, 2015). Partindo disso, a proposta do estudo é oferecer aos estudantes possibilidades de **identificar** os álcoois no cotidiano e **explicar** o processo de formação do etanol (álcool mais comum no dia a dia) descrevendo as reações envolvidas na fermentação alcoólica no decorrer das aulas.

Objetivo geral: **Identificar** os álcoois no cotidiano e **explicar** o processo de produção do etanol **aplicando** o conhecimento construído com o estudo da temática fermentação alcoólica.

Qtd. Aula	Resultado Pretendido da Atividade	Conteúdo envolvido	Estratégias de Ensino e aprendizagem		Recursos	Avaliação
			Professor	Aluno		
1	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar os diferentes tipos de álcoois existentes; - Nomear os álcoois de acordo com a IUPAC. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito químico de álcool; - O álcool no cotidiano; - Produção do etanol (Fermentação alcoólica: bebidas alcoólicas, combustíveis, álcool usual e panificação); - Nomenclatura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar os álcoois mais utilizados no cotidiano; - Apresentar o conceito químico de álcool; - Explicar o processo de produção do álcool a partir da fermentação alcoólica; e - Ensinar a nomear os álcoois; 	<ul style="list-style-type: none"> - Falar seus conhecimentos prévios; - Assistir a aula; e - Responder a atividade solicitada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Quadro branco; - Pincel; - Datashow; e - Computador. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atividade de nomenclatura e identificação do grupo funcional.
1	<ul style="list-style-type: none"> - Descrever o processo de obtenção/produção de álcool na indústria; - Identificar como as propriedades dos álcoois são alteradas de acordo com a estrutura da molécula. 	<ul style="list-style-type: none"> - Propriedades dos álcoois de acordo com o tamanho e forma da estrutura: Interações intermoleculares; Ponto de ebulição e ponto de fusão; Estados de agregação; Densidade; Solubilidade; Reatividade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar as propriedades dos álcoois de forma geral segundo o tamanho e estruturação da cadeia; - Explicar a aplicação desses conceitos na indústria para a 	<ul style="list-style-type: none"> - Assistir a aula; - Falar seus conhecimentos prévios; e - Responder a atividade solicitada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Água; - Álcool; - Óleo de cozinha; - Quadro branco; - Pincel; - Datashow; e - Computador. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atividade sobre as propriedades dos álcoois e aplicação na indústria para a obtenção de combustível, bebidas destiladas e álcool etílico usual.

		<ul style="list-style-type: none"> - Propriedades do etanol (produção de bebidas alcoólicas, álcool usual, combustíveis e panificação); - Efeitos da bebida alcoólica no organismo 	produção de destilados, combustíveis e álcool etílico usual.			
3	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar os fenômenos bioquímicos que ocorrem na fermentação alcoólica; - Explicar o processo bioquímico de produção do álcool 	- Experimento da panificação	- Orientar os alunos quanto ao experimento de fermentação contido no roteiro para fazer em sala.	- Ler o roteiro, fazer a experimentação em sala, registrar o experimento com uma câmera para a apresentação na aula seguinte.	<p>Celular com câmera; e materiais necessários para o experimento:</p> <p>(Ingredientes: 900g a 1kg de farinha de trigo, 500mL de leite morno, 2 colheres de sopa de margarina, 3 colheres de sopa de açúcar, 1 ovo, 3 colheres de sopa de óleo, 1 colher de café de sal, 1 pacotinho de 10g de fermento seco para pães.</p> <p>Materiais: assadeira de</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Participação no experimento; e - Elaboração de relatório experimental

					alumínio, rolo de abrir massa, sacolas plásticas e bacias.	
1	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar como ocorre a fermentação alcoólica e argumentar descrevendo as reações; - Integrar os conhecimentos do estudo para aplicar no cotidiano 	<ul style="list-style-type: none"> - Roda de conversa sobre o conteúdo estudado nas aulas anteriores 	<ul style="list-style-type: none"> Trocar experiência e, no final, sanar algumas dúvidas para não haver lacunas no aprendizado 	<ul style="list-style-type: none"> - Participar da roda de conversa; - Responder as perguntas; e - Responder o questionário final. 	<ul style="list-style-type: none"> - Quadro branco; - Pincel; e - Questionário final 	<ul style="list-style-type: none"> - Participação na roda de conversa; e - Entrega do relatório experimental

Referências:

CANTO, Eduardo Leite do: Ensino Médio / Eduardo Leite do Canto. 1. ed. -- São Paulo: Saraiva, 2016.

FONSECA, Martha Reis Marques da. Química: Ensino Médio / Martha Reis. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. 288 p.

OLIVEIRA, T. C.; MIRANDAR JUNIOR, P.; MARQUES, A. C. T. L. Uma sequência didática com o tema sociocientífico “substâncias psicoativas” para uma educação CTS. Produto educacional. Instituto Federal de São Paulo, São Paulo, 2016.

Apêndice E – Questionário prévio

PROJETO: FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

Nome: _____ Idade: _____

Série/Ano: _____ Turma: _____ Turno: _____

Caro (a) estudante, este questionário faz parte de um projeto de TCC intitulado “FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO”. pertencente à discente Alyne Clementina Ribeiro Vieira do Curso de Licenciatura em Química-IFAM. Por isso, precisamos que você participe dessa investigação. Portanto, responda as questões abaixo sobre a temática “Fermentação alcoólica” sem consulta, pois queremos saber quais são os seus conhecimentos a respeito disso.

1) Você já ouviu falar sobre fermentação alcoólica?

SIM NÃO

2) Qual grupo representa a função orgânica **Álcool**?

-CHO $\begin{array}{c} | \\ -C- \\ | \end{array}$ OH NÃO SEI
 -COOH -NH₂

3) A fermentação alcoólica é um processo que pode ser realizado por:

QUALQUER SER VIVO SOMENTE POR BACTÉRIAS
 SOMENTE POR FUNGOS FUNGOS E BACTÉRIAS
 NENHUMA DAS OPÇÕES NÃO SEI

4) A fermentação alcoólica é utilizada para a produção de que produto(s)?

VINAGRES CERVEJA VINHO
 IORGUTES BOLOS MANTEIGA
 COMBUSTÍVEL ETANOL QUEIJOS ÁLCOOL ETÍLICO
 PÃES NENHUM DOS PRODUTOS LISTADOS

5) A fermentação alcoólica é uma reação:

ENDOTÉRMICA EXOTÉRMICA
 EXOTÉRMICA E ENDOTÉRMICA

6) Quais álcoois você conhece?

7) Em tempos de pandemia, o uso de álcool etílico 70° ficou em alta. Você sabe o que significa esse **70°**?

8) Como você explica o fato do álcool etílico se misturar na água, mas não se misturar no óleo?

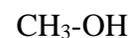
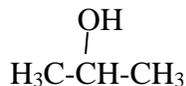
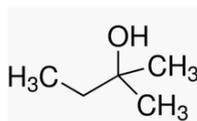
9) Nas próximas aulas, você estudará a função orgânica álcool. O que você gostaria de aprender sobre o assunto?

Apêndice F – Exercício de fixação

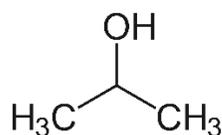
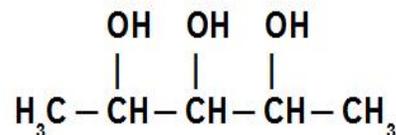
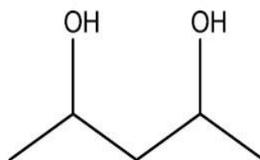
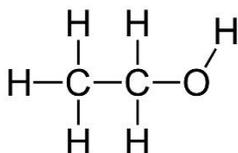
Nome: _____ Turma: _____

Exercício de fixação

- 1) Classifique os álcoois, se é primário, secundário ou terciário. Em seguida, dê o nome de cada um deles de acordo com a IUPAC.



- 2) Classifique os álcoois quanto ao número de hidroxila, se é um monoálcool, diálcool ou triálcool. Em Seguida, dê o nome de cada um de acordo com a IUPAC.



- 3) Monte a fórmula estrutural dos seguintes compostos:

- METANOL
- ETANOL
- BUTAN-2-OL
- CICLOPENTANOL
- 4,5 – DIMETIL – HEXAN-3-OL
- 3-ETIL-6-METIL-OCTAN-1-OL
- BUTAN-2,3-DIOL
- HEXAN-2,2,4-TRIOL

Apêndice G – Roteiro da aula experimental (Panificação)

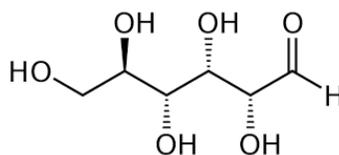
PRÁTICA: FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA (PANIFICAÇÃO)

Objetivo: Analisar os fenômenos bioquímicos que ocorrem na panificação

INTRODUÇÃO

Fermentação é um termo geral para a quebra anaeróbia de glicose de outros nutrientes orgânicos para obtenção de energia, conservada como ATP. A quebra anaeróbia da glicose provavelmente seja o mais antigo mecanismo biológico de obtenção de energia a partir de moléculas orgânicas (NELSON; COX, 2011).

Figura 1: Molécula de Glicose.



Fonte: Autor 2018.

Como vimos nas aulas anteriores, o etanol, antes de chegar na nossa casa, passa pelo processo de fermentação alcoólica. O etanol é o álcool mais comum e está presente nas bebidas alcoólicas, nos combustíveis, em frascos para uso doméstico e hospitalar, está presente até na produção de pães. Por isso, vamos ver na prática como isso acontece.

MATERIAIS

1 bacia	1 colher de açúcar
195mL de água morna	1 colher rasa de fermento biológico
100mL de óleo	2 ovos
½ colher de sal	½ kg de trigo sem fermento
Rolo	Assadeira

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- 1 – Quebre um ovo dentro de um copo contendo 100mL de óleo e mexa bastante.
- 2 – Coloque uma colher de açúcar na bacia e acrescente 195mL de água morna. Mexa com uma colher
- 3 – Acrescente uma colher rasa de fermento biológico e misture

4 – Em seguida, acrescente o copo de óleo com o ovo na massa, mexa bem e ponha para descansar por 15 minutos;

5 – Após descansar acrescente uma colher de sal e misture

6 – Acrescente o trigo aos poucos e mexa a massa. Você notará que a massa ficará pesada, então mexa com as suas mãos e continue acrescentando trigo e mexendo bastante a massa. Quando a massa parar de grudar nas suas mãos, então ela já chegou no ponto. Coloque-a para descansar por 30 minutos. Após os 30 minutos, abra a massa com o rolo, corte-a em tiras e enrole envolta das salsichas e pincele os pães com uma gema de ovo. Deixe descansar por 10 minutos para a massa crescer mais um pouco.

7 – Em seguida, leve ao forno preaquecido. Quando os pães ficarem douradinhos, tire do forno e deguste à vontade.

QUESTÕES NORTEADORAS

- 1) Qual a função da água, sacarose, farinha de trigo e fermento biológico no processo de fabricação de pães?
- 2) Por que é necessário durante o processo de panificação esperar um tempo de descanso para massa?
- 3) O que difere o fermento químico do biológico?
- 4) A reação da fermentação alcoólica é endotérmica ou exotérmica? Em que momento na aula prática você notou isso?
- 5) Demonstre de forma sucinta a reação da fermentação alcoólica.

Agora, elabore um relatório individual da aula prática obedecendo os seguintes critérios:

- Capa e contracapa
- Introdução
- Fundamentação teórica (aqui você escreverá a sua pesquisa sobre a fermentação alcoólica: surgimento da fermentação alcoólica; o conceito de fermentação alcoólica; produtos que contém etanol e onde o encontramos no dia a dia; o método de separação de mistura utilizado na produção do etanol.
- Materiais (apenas copie do roteiro)

- Procedimento experimental (apenas copie do roteiro, porém mude os verbos; coloque-os no passado, pois o experimento já foi realizado no momento da elaboração do seu relato)
- Resultados e discussões (Aqui você colocará tudo o que foi observado e entendido no experimento; as questões norteadoras entram nesse tópico, no entanto, coloque as respostas de forma que não pareça que é uma pergunta, apenas um relato).
- Conclusão (Aqui você dirá se o objetivo foi alcançado)
- Bibliografia (As fontes da sua pesquisa)

Obs 1: A entrega do relatório escrito é individual.

Obs 2: Não copie o relatório do colega; a escrita dos resultados é sempre diferente; lerei todos.

Apêndice H – Questionário final

PROJETO: FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

Nome: _____ Idade: _____

Série/Ano: _____ Turma: _____ Turno: _____

Caro (a) estudante, este questionário faz parte de um projeto de TCC intitulado “FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO”. pertencente à discente Alyne Clementina Ribeiro Vieira do Curso de Licenciatura em Química-IFAM. Por isso, precisamos que você participe dessa investigação. Portanto, responda as questões abaixo sobre a temática “Fermentação alcoólica” sem consulta, pois queremos saber quais são os seus conhecimentos a respeito disso.

1) Você já ouviu falar sobre fermentação alcoólica?

() SIM

() NÃO

2) Qual grupo representa a função orgânica **Álcool**?

() -CHO

() $\begin{array}{c} | \\ -C- OH \\ | \end{array}$

() NÃO SEI

() -COOH

() $- NH_2$

3) Quais álcoois você conhece?

4) Em tempos de pandemia, o uso de álcool etílico 70° ficou em alta. Você sabe o que significa esse **70°**?

5) A fermentação alcoólica é um processo que pode ser realizado por:

() QUALQUER SER VIVO

() SOMENTE POR BACTÉRIAS

() SOMENTE POR FUNGOS

() FUNGOS E BACTÉRIAS

() NENHUMA DAS OPÇÕES

() NÃO SEI

6) A fermentação alcoólica acontece na produção de que produto(s)?

() VINAGRES

() CERVEJA

() VINHO

- IORGUTES BOLOS MANTEIGA
 COMBUSTÍVEL ETANOL QUEIJOS ÁLCOOL ETÍLICO

PÃES

NENHUM DOS PRODUTOS LISTADOS

7) A fermentação alcoólica é uma reação:

- ENDOTÉRMICA EXOTÉRMICA
 EXOTÉRMICA E ENDOTÉRMICA

8) Como você explica o fato do álcool etílico se misturar na água, mas não se misturar no óleo?

9) Demonstre de forma sucinta a reação da fermentação alcoólica

10) Qual álcool é produzido na fermentação alcoólica?

11) A respeito do experimento, como foi para você a experiência de fazer pão em sala de aula e visualizar os fenômenos que acontecem até ele chegar em nossa mesa?

12) O estudo da temática “Fermentação alcoólica” contribuiu no seu aprendizado do conteúdo “Função Orgânica Álcool”? Comente.
