

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

RONDINELLI GOMES DOS REIS

**CERVEJA COMO TEMA GERADOR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

**ITUMBIARA-GO
2023**



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Rondinelli Gomes dos Reis.

Matrícula: 20172040030116.

Título do Trabalho: Cerveja como tema gerador de uma sequência didática para o ensino de Química.

Autorização - Marque uma das opções

1. (☒) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. (☐) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. (☐) Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- (☐) O documento está sujeito a registro de patente.
(☐) O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
(☐) Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Itumbiara-GO, 26/09/2024.

Local

Data

Rondinelli Gomes dos Reis:

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

RONDINELLI GOMES DOS REIS

**CERVEJA COMO TEMA GERADOR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca avaliadora do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Lígia Viana Andrade
Coorientadora: Profa. Dra. Blyeny H. Pereira
Alves

ITUMBIARA-GO
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R375c Reis, Rondinelli Gomes dos

Cerveja como tema gerador de uma sequência didática para o ensino de química. / Rondinelli Gomes dos Reis. -- Itumbiara, 2024.

41p. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, 2024.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lígia Viana Andrade.

1. Química - Estudo e ensino. 2. Didática. 3. Cerveja. I. Título. II. Andrade, Lígia Viana. IV. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

CDD 540

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Biblioteca Maria Gabriela Pacheco Pardey / Câmpus Itumbiara
Bibliotecário: Rosiane Gonçalves de Lima CRB1/1684

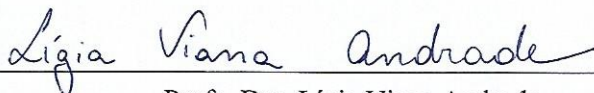
RONDINELLI GOMES DOS REIS

**CERVEJA COMO TEMA GERADOR DE UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

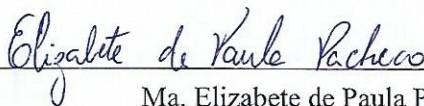
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca examinadora do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Câmpus Itumbiara, como parte dos requisitos para a conclusão do Curso de Licenciatura em Química e obtenção do título de licenciadO em Química.

Área de concentração: Educação – Ensino-aprendizagem – Métodos e técnica de ensino.

Aprovada em 04 de dezembro de 2023.



Profa. Dra. Lígia Viana Andrade
Orientadora
IFG – Câmpus Itumbiara



Ma. Elizabete de Paula Pacheco
IFG – Câmpus Itumbiara



Profa. Dra. Tatiana Aparecida Rosa da Silva
IFG – Câmpus Itumbiara

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi explorar a produção de cerveja como eixo temático para o ensino de Química, visando proporcionar uma aprendizagem contextualizada dos conceitos químicos. A cerveja é amplamente conhecida pelo seu consumo, mas de modo geral pouco se divulga em relação à sua origem e composição. A investigação proposta centrou-se no processo produtivo da cerveja como um tema gerador para o ensino de Química, utilizando sua história e técnicas de produção como base para a construção de conhecimentos químicos em sala de aula. Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica que fundamentou a elaboração e aplicação de uma Sequência Didática orientada pelo tema central. Essa sequência, baseada nas características e no processo de produção da cerveja, buscou conectar o ensino de Química ao cotidiano dos alunos, utilizando um tema familiar para despertar o interesse e facilitar a aprendizagem. Concluiu-se que o estudo da cerveja, como um produto das transformações químicas, é uma abordagem eficaz para promover uma aprendizagem contextualizada dos conteúdos de Química no Ensino Médio.

Palavras-chave: ensino de química; produção de cerveja; sequência didática.

ABSTRACT

The objective of this research was to explore beer production as a thematic axis for teaching Chemistry, aiming to provide a contextualized learning of chemical concepts. Beer is widely known for its consumption, but in general, little is disclosed about its origin and composition. The proposed investigation focused on the beer production process as a generating theme for teaching Chemistry, using its history and production techniques as a basis for building chemical knowledge in the classroom. To achieve this goal, a bibliographic research was conducted, which supported the development and implementation of a Didactic Sequence guided by the central theme. This sequence, based on the characteristics and production process of beer, sought to connect the teaching of Chemistry to students' daily lives, using a familiar theme to spark interest and facilitate learning. It was concluded that the study of beer, as a product of chemical transformations, is an effective approach to promoting contextualized learning of Chemistry content in High School.

Keywords: chemistry teaching; beer production; didactic sequence.

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E FÓRMULAS QUÍMICAS

pH – potencial hidrogeniônico

$C_6H_{10}O_5$ – fórmula química do amido

$C_{12}H_{22}O_{11}$ – fórmula química do amido

CO_2 – fórmula química do gás carbônico

$SO_4^{2-}{}_{(aq)}$ – fórmula química do ânion sulfato

$Cl^{-}{}_{(aq)}$ – fórmula química do ânion cloreto

$Fe^{3+}{}_{(aq)}$ – fórmula química do íons ferro III

$Fe^{2+}{}_{(aq)}$ – fórmula química do ferro II

$^{\circ}C$ – grau centígrado

INS – Sistema Internacional de Numeração de Aditivos

$C_6H_{12}O_6$ – fórmula química da glicose

ATP – trifosfato de adenosina

H_2O – fórmula química da água

H_2CO_3 – fórmula química do ácido carbônico

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

mg/l – miligrama por litro

ml – mililitros

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	07
1.1	Objetivos.....	09
1.2	Justificativa.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Sequências didáticas e temas geradores.....	12
2.2	O ensino de química	13
2.3	O processo produtivo da cerveja	17
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
	REFERÊNCIAS.....	39
	APÊNDICES.....	42

1 INTRODUÇÃO

Para a formação do professor de Química, há diversas disciplinas às quais se atribui o conceito de correntes pedagógicas, pelas quais as matrizes curriculares pretendem abranger não apenas a formação técnica do professor, mas também seus conhecimentos para a atividade docente. Dentro deste grupo de disciplinas, a Didática compreende o ensino acerca do conceito Sequências Didáticas, que vem a ser a organização de um conjunto de atividades que visam fazer com que o aluno aprenda saberes previamente definidos pelo planejamento docente. As sequências didáticas devem seguir um princípio de ordenação e finalidades, com objetivos precisos, planejadas em um tempo suficiente para que os aprendizes possam realizá-las em uma ou mais aulas (Nunes; Nunes, 2019).

Baseado em Paulo Freire (1985), os Temas Geradores para a Educação partem do princípio de que o processo de construção da aprendizagem deve emergir do saber popular, ou seja, os temas geradores devem ser extraídos da prática de vida dos educandos, substituindo ou complementando os conteúdos tradicionais.

Ao se propor a investigação do processo de produção de cerveja para o ensino de Química, pretende-se tratar como tema gerador tal processo produtivo da cerveja e sua história, para trazer como ensino contextualizado para a aprendizagem de conceitos químicos escolares. Parte-se do seguinte questionamento: o aluno consegue perceber a relação daquilo que estuda em sala de aula na disciplina de Química e seu cotidiano?

A hipótese é que a desvinculação entre o conhecimento químico e o cotidiano dos estudantes pode levar o aluno a terminar o Ensino Médio com conhecimentos insuficientes de Química, já que, muitas vezes, as aulas são baseadas em fórmulas e cálculos, nas propostas do livro didático, além de outros fatores tais como a vulnerabilidade econômica, o desinteresse do aluno, a falta de motivação ou o cansaço de estudantes que também trabalham.

Nos ambientes escolares, em geral, a aquisição do conhecimento está relacionada a processos de memorização mecânica a partir de exercícios de fixação. O “ensino tradicional”, ainda bastante presente nas práticas escolares, compreende uma tendência pedagógica cuja finalidade tem sido a de levar, ao aluno, o produto final da atividade científica, ou seja, o conhecimento já pronto e organizado (Fracalanza; Amaral; Gouveia, 1986).

A ideia de apresentar uma sequência didática que traga um tema gerador no processo produtivo da cerveja embasa este projeto de pesquisa, fundamentado na ideia de superar algumas limitações do ensino tradicional, provocando o aprendizado do aluno por um tema que estabeleça relação com suas experiências cotidianas.

Apesar dos livros didáticos abordarem a Química com exemplos do cotidiano, muitas vezes não é possível essa abordagem em sala de aula por inúmeros motivos, tais como, falta de tempo e excesso de atividades. Por outro lado, do ponto de vista do engajamento dos estudantes, muitos alunos somente procuram obter a nota necessária para aprovação, sem a existência de uma reflexão sobre os procedimentos que identificam em sua aprendizagem (Melo, 2000).

Um caminho possível para contextualizar conteúdos de Química é a utilização de temas discutidos na mídia, ou que podem promover alguma intervenção sobre a realidade que cerca o estudante, sua família, sua comunidade. Acredita-se que, trabalhando dessa forma, possa-se despertar o aluno para o interesse e consequente aprendizado de Química (Melo, 2000).

O estudo da cerveja como produto obtido por transformações químicas pode oportunizar a aprendizagem contextualizada de conteúdos de Química. A cerveja é um produto químico largamente conhecido, na perspectiva do consumo, porém, não tanto quanto à sua origem e composição (Shreve; Joseph, 2009). É intensamente citada em propagandas de televisão, rádio, é vista em cartazes, *outdoors*, jornais e revistas.

Logo, seu estudo abre uma oportunidade de ensinar aos estudantes conceitos da Química que promovam uma relação com sua realidade. Mas, deve-se esclarecer, não existe a intenção de estimular o consumo de cerveja, mas sim mostrar como essa bebida é produzida e como a Química tem contribuído em seu processo de fabricação (Shreve; Joseph, 2009).

Esse estudo divide-se em uma introdução, a qual contém o objetivo geral, os específicos e a justificativa. Um referencial teórico, que discorre a respeito de sequências didáticas e temas Geradores; do ensino de química; do processo produtivo da cerveja. No tópico metodologia é apresentado o passo a passo desse estudo científico.

O tópico resultados traz as respostas do questionário aplicado a 16 discentes que presenciaram a aplicação da Sequência Didática. O questionário foi composto por seis perguntas subjetivas, quais sejam, “Você considera que o ensino com uso de temas geradores auxilia no processo de construção do conhecimento?”; “Escreva o que você sabe sobre a química do processo de produção de cerveja”; “Você considera que a temática ‘processo de produção da

cerveja’ pode ser um tema interessante para o ensino de fermentação?”, “Quais são os produtos e os reagentes presentes na reação de fermentação para produção de álcool?”; “Quais os tipos de fermentação?”; “Onde podemos encontrar a fermentação, além da produção da cerveja?”; “Você considera que o uso de experimentos durante a aula pode auxiliar no processo de aprendizagem de química?”.

Em seguida, são apresentadas as considerações finais e as referências bibliográficas. O anexo 1 traz o roteiro da aula prática. O anexo 2 contém o relatório da aula prática (Sequência Didática) ministrada aos 16 discentes participantes do estudo. E o anexo 3, mostra a química na cerveja, com sua história, produção, composição e fermentação.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

- Planejar e executar uma sequência didática para o ensino de Química relacionado à temática do processo de produção de cerveja, voltado para estudantes do curso de Licenciatura em Química.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar um levantamento bibliográfico sobre o processo de produção de cerveja e suas etapas.
- Planejar o ensino do processo bioquímico de fermentação, análise de parâmetros físico-químicos: densidade, pH, acidez, teor alcoólico, e processos de separação de misturas no curso de Licenciatura em Química, contextualizado ao tema gerador escolhido.
- Elencar os processos físicos e químicos.
- Avaliar a aprendizagem por meio de questionários.

1.2 Justificativa

A Química compreende a ciência que estuda a natureza da matéria, suas propriedades e transformações. Ela está presente em cada circunstância do ambiente cotidiano, em todos os materiais, em cada ser vivo. Aprender sobre a Química permite ao estudante compreender os processos e fenômenos que ocorrem no mundo, além de contribuir para uma melhor qualidade de vida, evitando causar grandes impactos no ambiente, promovendo consumo consciente, preservando a natureza, por exemplo. A abrangência desta área de conhecimentos demonstra a importância do aprendizado de Química e como este deve ser vinculado ao contexto social em que o aluno está inserido (Chassot, 1990).

A presença da Química no dia a dia das pessoas é mais do que suficiente para justificar a necessidade de o cidadão ser informado e aprender sobre esta ciência. Contudo, pesquisas acerca do ensino de Química evidenciam que a aprendizagem dos alunos vem sendo geralmente marcada pela memorização de uma grande quantidade de informações, que lhes são cobradas para que sejam aprovados em processos seletivos ou em seus cursos de Ensino Médio. Constituindo, dessa forma, um ensino de Química distanciado do mundo cultural e tecnológico no qual estão inseridos estudantes e professores (Santos; Shenetzeler, 2000).

O papel do professor de Química, mais do que ser um organizador dos processos pelos quais o aluno entenderá os significados sobre o mundo, é o de trabalhar para que todo conhecimento prévio do aluno possa ser compreendido de uma forma crítica, levando-o a investigar assuntos e trazer conclusões próprias sobre situações problemas que ele vivencia diariamente (Chassot, 1990).

O grande desafio do professor é o de integrar o aluno, e é necessário mais que o conhecimento, é preciso fazer um trabalho que desperte a responsabilidade, o comprometimento do aluno e de sua família. Além de promover o acesso ao conhecimento, o professor deve estar aberto para recebê-lo. Deve aprender com o seu estudante, estar em formação continuada, estimular o saber enquanto o pratica (Tiba, 2008).

Os alunos também possuem desafios em relação à capacidade de interagir, participar, buscar conhecimentos, para que possam contribuir para melhorar o processo educacional (Tiba, 2008). Mas, para que o aluno se sinta motivado a participar ativamente da aula, o professor precisa conseguir vincular os conteúdos científicos às vivências do cotidiano sempre que for possível.

Frente ao debate proposto, revela-se pertinente a presente pesquisa, já que pretende superar algumas das limitações do ensino tradicional, propondo trabalhar uma sequência didática a partir de temas geradores, de modo a promover o aprendizado contextualizado.

O método de ensino tradicional, a utilização de estrutura precária nos laboratórios e a falta de materiais químicos nas instituições, elevam ainda mais o desinteresse por parte dos estudantes.

Fazer uso do método de interdisciplinaridade e multidisciplinaridade para ampliar a absorção do conhecimento é uma prática eficaz. As instituições de ensino devem despertar as capacidades de raciocínio e questionamento ao introduzirem novos conhecimentos aos discentes do Ensino Médio que devem dominar conhecimentos básicos de química.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sequências didáticas e temas geradores

Na perspectiva freireana que compreende a educação como uma proposta transformadora e emancipatória, entende-se que caiba ao professor, não a transmissão de conhecimento e conteúdo, da forma como prevê a pedagogia tradicional, mas sim, pensando a educação de uma forma que prepare os jovens para a vida, que seja crítica e que busque a transformação. Para alcançar a educação libertadora, problematizadora, o currículo escolar deve ser construído coletivamente, agregando valores da interdisciplinaridade, deste modo contribuindo com o processo de formação consciente para uma prática social emancipatória (Freire, 1999).

A partir da ideia de contextualização do ambiente social que compreende os alunos, para o planejamento das aulas e ensino de conhecimentos científicos, surge a proposta de temas geradores, metodologia pedagógica difundida por Paulo Freire a partir da década de 1950. Freire (1985) pressupõe que as aulas realizadas devem partir de um estudo da realidade, de problemas extraídos do cotidiano dos educandos, buscando alternativas viáveis para a solução dos problemas emergentes do seu contexto social.

Segundo Freire (1985), temas geradores que venham a mediar o ensino de conhecimentos científicos estimulam os processos construtivos de ação-reflexão-ação, colocando o educando numa postura ativa em relação ao objeto de conhecimento.

As ideias de Paulo Freire sobre temas geradores dialogam com a prática docente e deveriam fazer parte da formação de cada professor, pois promovem a superação do ensino mecânico para o crítico reflexivo. O planejamento docente pode ser embasado em tal proposta pedagógica, de modo que as sequências didáticas pensadas para ensinar os conteúdos previstos no ano letivo possam estar compatíveis com temas geradores de interesse dos aprendizes. De modo objetivo, uma sequência didática corresponde ao conjunto de atividades articuladas que visam atingir determinado objetivo de ensino e aprendizagem.

Nas palavras de Zabala (1998), Sequência Didática é um: “[...] conjunto de atividades, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (Zabala, 1998, p. 18).

Conforme Oliveira (2013), uma sequência didática pode ser definida como um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino aprendizagem.

Cascais e Téran (2014, p. 2), explicam que sequência didática constitui-se num método para o “desenvolvimento de atividades de ensino e, dependendo da forma como é organizada, pode contribuir sobremaneira para a aprendizagem, seja no Ensino Fundamental ou em qualquer nível”.

Um bom planejamento docente pressupõe uma definição clara de objetivos a serem almejados e alcançados. Para Roças e Leal (2008), o desenvolvimento da sequência didática é abarcado por inúmeras etapas, considerando a discussão coletiva, motivação, exibições de vídeos, aulas expositivas, obter referenciais históricos e outros. No entanto, as sequências didáticas presumem um trabalho minucioso, de planejamento coeso entre a teoria estudada e a prática a ser realizada.

2.2 O ensino de Química

O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico, de forma abrangente e integrada, e assim possam julgar com fundamentos científicos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto cidadãos. Contudo, ainda se observa frequentemente a figura do professor como transmissor de conhecimento, mediado por livros didáticos, fórmulas e exercícios de repetição.

O aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. Tal a importância da presença da Química em um Ensino Médio compreendido na perspectiva de uma Educação Básica, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 1999).

Profissionais envolvidos no Ensino de Química passaram a trabalhar a educação dos alunos voltada a questões da sociedade, abrangendo desde uma melhora na qualidade de vida até a formação de cidadãos capazes de discernir temas ou teorias que antes eram vistos completamente fora do contexto dos acontecimentos da época (Santos; Shenetzler, 2000).

De acordo com Gomes e Broiett (2016), quando o assunto é Química, enquanto disciplina, logo vem à mente conteúdos difíceis, fórmulas a serem decoradas, tabela periódica e uma infinidade de barreiras que bloqueiam e dificultam o ensino e a aprendizagem. Além desses fatores, esse ensino, muitas vezes, acontece de maneira antiquada e enfadonha, o que pode impossibilitar o estabelecimento de relações entre os conteúdos estudados em sala de aula e o cotidiano dos estudantes.

No entanto, não é isso que se espera do ensino de Química. Conforme os pressupostos estabelecidos nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 1999):

O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos (Brasil, 1999, p. 31).

Quanto ao estudo de Química no Ensino Superior, ela é frequentemente chamada de “ciência central” devido à sua interconexão com diversas outras áreas do conhecimento. Ela é fundamental para entendermos o mundo ao nosso redor, desde os processos biológicos até a criação de novos materiais e tecnologias.

Então, vários são os motivos para se estudar Química no Ensino Superior, dentre eles: a compreensão do mundo, pois, a química nos ajuda a entender os fenômenos naturais, como a formação das rochas, as reações químicas que ocorrem em nosso corpo e os processos industriais; o desenvolvimento de habilidades porque o estudo da química desenvolve habilidades como o pensamento crítico, para analisar informações, formular hipóteses e testar teorias. Auxilia na resolução de problemas, uma vez que encontra soluções para questões complexas. Estimula o trabalho em equipe, uma vez que colabora com outros em projetos. A comunicação também é beneficiada, já que expressa ideias de forma clara e concisa.

Dessa forma, segundo Gomes e Broiett (2016), o ensino de Química, bem como das demais Ciências, devem possibilitar aos estudantes conhecimentos científicos e específicos que

os auxiliem no posicionamento perante os fenômenos naturais e/ou provocados pelos homens, descobertas científicas e avanços tecnológicos, enquanto indivíduos e cidadãos.

Levando-se em conta a relevância do ensino e da aprendizagem de Química, bem como de Ciências em geral, há uma procura cada vez maior por metodologias que auxiliem na construção dos conhecimentos, com a finalidade de tornar o estudante um ser crítico capaz de se posicionar e opinar acerca dos acontecimentos sociais à sua volta (Gomes; Broiett, 2016).

A educação escolar não deve ser vista isoladamente, mas dentro de uma totalidade envolvendo não só o que acontece na escola, mas em todos os ambientes e relações que envolvem o ser humano, desde seu nascimento (Domingues, 2004).

Segundo Maldaner (2003), o objetivo de contextualizar no Ensino de Química é transitar no mundo da vivência do aluno e dos conceitos, possibilitando que o estudante caminhe na direção da abstração e em direção ao mundo real, assim permitindo que os alunos passem a falar na própria química sobre situações que os cercam, dentro de um esquema de conceitos químicos com meio em que vive.

Santos e Schnetzler (2000) orientam para a necessidade de os alunos adquirirem conhecimentos científicos que os levem a participar como cidadãos na sociedade, de forma ativa e crítica, pela tomada de decisões. Apesar da repercussão desse movimento em publicações científicas e congressos da área de ensino, pesquisas evidenciam a reduzida inclusão dessa abordagem em cursos de ciências.

De acordo com Santos e Schnetzler (2000), este número abaixo do esperado, no que tange a prática docente que promove contextualização, pode ser atribuído ao modelo usual de formação docente, justificando, também, o investimento em pesquisas que valorizem este formato de docência, planejado por propostas relevantes que ensinam o conteúdo de maneira a relacionar à realidade dos aprendizes.

De acordo com Silva *et al.* (2020), a experimentação é um dos elementos essenciais para o ensino de Química, isto porque, a experimentação desempenha um papel fundamental na construção do conhecimento científico pelos estudantes. Ao realizar experimentos, os alunos têm inúmeras oportunidades:

- Observar fenômenos químicos: visualizar reações, mudanças de estado e outras transformações da matéria de forma concreta, o que facilita a compreensão de conceitos teóricos.
- Manipular materiais e equipamentos: desenvolver habilidades práticas e familiarizar-se com os instrumentos utilizados em laboratórios.

- Construir o próprio conhecimento: a partir da observação e da análise dos resultados dos experimentos, os alunos podem formular hipóteses, testar ideias e construir suas próprias explicações para os fenômenos observados.

- Desenvolver o pensamento crítico: analisar dados, interpretar resultados e tirar conclusões, o que contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e da resolução de problemas.

- Tornar o ensino mais atrativo: experimentos despertam a curiosidade dos alunos e tornam as aulas mais dinâmicas e interessantes, contribuindo para uma maior motivação para o aprendizado.

- Relacionar a teoria com a prática: ao realizar experimentos, os alunos podem conectar os conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula com situações reais, tornando a aprendizagem mais significativa.

Quanto aos benefícios da experimentação para os alunos, pode-se elencar, conforme Silva *et al.* (2020):

- Melhoria na compreensão dos conceitos: a experimentação auxilia na compreensão de conceitos abstratos, tornando-os mais concretos e tangíveis.

- Desenvolvimento de habilidades: além das habilidades práticas, a experimentação contribui para o desenvolvimento de habilidades como comunicação, colaboração e trabalho em equipe.

- Aumento do interesse pela ciência: ao realizar experimentos, os alunos podem se sentir como verdadeiros cientistas, o que estimula o interesse pela ciência e pela química em particular.

- Preparo para o futuro: a experimentação desenvolve habilidades que são importantes para diversas profissões, como a capacidade de analisar dados, resolver problemas e trabalhar em equipe.

No entanto, segundo enfatizam Silva *et al.* (2020), para que a experimentação tenha qualidade, existem ainda, alguns desafios e barreiras para serem solucionadas, tais como a segurança, os recursos, o tempo e a formação dos professores:

- Segurança: É fundamental garantir a segurança dos alunos durante a realização dos experimentos, seguindo os procedimentos de segurança e utilizando equipamentos de proteção individual adequados.

- Recursos: a realização de experimentos exige a disponibilidade de materiais, equipamentos e reagentes, o que pode ser um desafio em algumas escolas.
- Tempo: a preparação e a realização de experimentos exigem tempo, o que pode ser um desafio em um currículo escolar cada vez mais apertado.
- Formação dos professores: é importante que os professores tenham formação adequada para planejar e realizar experimentos de forma segura e eficaz.

Portanto, a experimentação é uma ferramenta poderosa para o ensino de química, pois promove a aprendizagem ativa, a construção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades essenciais para a vida. Ao superar os desafios e investir em recursos e formação de professores, é possível tornar a experimentação uma prática comum nas aulas de química, contribuindo para uma educação científica de qualidade.

2.3 O processo produtivo da cerveja

A cerveja é uma bebida antiga e, desde sua origem, seu processamento passou por inúmeras transformações e aperfeiçoamentos, e a Química, com suas pesquisas e tecnologias, contribuíram para a qualidade na sua produção. Grande parte dos brasileiros aprecia cerveja, sendo assim uma bebida muito popular: o país é o terceiro maior consumidor mundial, atrás apenas de China e Estados Unidos (Vieira Junior, 2018). No entanto, ainda que seja amplamente apreciada, poucos conhecem o processo de produção dessa bebida.

Segundo Muller (2005) e Hamilton (2006), a preparação e o consumo de bebidas alcoólicas permeiam toda a história do desenvolvimento humano. A cerveja é a bebida alcoólica mais antiga que se conhece. A primeira cerveja pode ter sido fabricada no período neolítico, quando o ser humano começou a colher e a estocar cereais, o que provavelmente o levou a descobrir o processo da fermentação. Tanto o pão como a cerveja, são feitos basicamente dos mesmos ingredientes e a evolução desses dois produtos estão interligadas.

Genericamente, define-se por cerveja uma bebida carbonatada de baixo teor alcoólico, preparada a partir de água de boa qualidade, malte de cevada, lúpulo e fermento (Venturini Filho, 2005).

A água é o ingrediente majoritário na bebida, por isso suas propriedades químicas podem interferir no sabor do produto final. Um fator importante na análise da água é o controle de seu

pH, o qual quando alcalino favorecerá a formação de substâncias indesejáveis no processo. Geralmente, o valor ideal de pH da água a ser utilizada para produção da cerveja está na faixa entre 6,5 e 7, ou seja, em pH próximo do neutro. Com isso, tem-se uma maior facilidade da atividade enzimática e consequentemente um aumento no rendimento da maltose e no teor alcoólico (Oliveira, 2011).

O processo fermentativo consiste no ponto central para produção de qualquer bebida alcoólica, possuindo como principal objetivo a conversão de açúcares em etanol e gás carbônico pela levedura sob condições anaeróbicas (Oliveira, 2011).

As operações iniciais da fabricação da cerveja – moer cereal entre pedras, juntar água para fazer uma massa e cozinhar essa massa em fogo brando – eram idênticas às de fazer pão e os dois processos eram praticados normalmente juntos (Muller, 2005).

Para fazer cerveja, os pães eram partidos, macerados com água e deixados algum tempo expostos ao sol para fermentar, até que o líquido resultante da fermentação pudesse ser filtrado num pano. Na mesopotâmia, em 6.000 a.C., a cerveja era fabricada colocando-se a cevada úmida dentro de potes, que em seguida eram enterrados no chão para que a cevada pudesse germinar e ao fim desse processo, a cevada germinada era posta para secar ao sol. Tratava-se de um método rudimentar de obtenção de malte, no qual o amido, $(C_6H_{10}O_5)_n$, da cevada se convertia em maltose, $C_{12}H_{22}O_{11}$. Em seguida, adicionava-se água e, por ação dos fermentos naturais existentes no ar, o malte fermentava, produzindo o álcool. As primeiras cervejas fabricadas eram absolutamente diferentes da bebida que conhecemos atualmente com esse nome (Hamilton, 2006, p. 26).

O lúpulo, que é responsável pelo seu amargor característico, foi introduzido pelos germanos e passou a ser amplamente adotado como parte da receita no século XIII (Muller, 2005).

Considera-se o lúpulo, *Humulus lupulus L. (Cannabaceae)*, um ingrediente fundamental na produção da cerveja. Ele advém de uma planta trepadeira nativa de regiões de clima temperado, existindo diversas variedades no globo terrestre. Outros tipos de matérias-primas podem ser utilizados em sua fabricação, tais como, arroz, milho e trigo (Oliveira, 2011).

A descoberta da cerveja engarrafada com espuma de CO_2 ocorreu acidentalmente em 1563 quando Alexander Nowell, da Catedral de Saint Paul, em Londres, deixou uma garrafa de cerveja ao sol enquanto pescava. A cerveja fermentou dentro da garrafa, formando bolhas de dióxido de carbono. No século XVII, os alemães começaram a produzir uma cerveja mais leve pelo processo de baixa fermentação que é quando o levedo se sedimenta no fundo do tanque (Muller, 2005).

As primeiras grandes fábricas surgiram no século XIX e a partir daí a elaboração mudou significativamente. Os estudos de Louis Pasteur sobre a fermentação de levedura na década de 1860 e uma série de pesquisas sobre o processo de fabricação da cerveja, levaram a várias inovações incluindo a adição de cereais auxiliares, de gás carbônico (que aumenta a qualidade espumante) e a estabilização dos colóides de cerveja (que a torna resistente ao frio).

Além disso, ocorreram numerosas inovações no equipamento de fabricação, refrigeração, engarrafamento e pasteurização. Assim no final do século XIX, os grandes cervejeiros começaram a produzir dióxido de carbono para dar a cerveja engarrafada a efervescência desejada (Hamilton, 2006).

A cerveja pode ser dividida em três grupos de acordo com o teor alcoólico: a cerveja sem álcool, que na verdade apresenta 0,5% de etanol em volume, cerveja *light*, que apresenta um teor alcoólico de aproximadamente 3,1% de etanol em volume e a cerveja normal, cujo teor alcoólico varia entre 5% e 8% de etanol em volume (Shreve; Joseph Junior, 2009).

Conforme consta nos rótulos desses produtos, a cerveja é composta por: água, malte, cereais não malteados, carboidratos, lúpulo, antioxidante INS 316-isoascorbato de sódio, estabilizante INS 405-alginato de propilenoglicol, corante INS 150C-corante natural caramelo, acidulante INS 270-ácido láctico (em algumas marcas) (Venturini Filho, 2005).

Os ingredientes da cerveja parecem poucos e simples, mas na verdade, já foram identificados na cerveja cerca de 800 compostos diferentes cuja contribuição para as características globais da bebida depende de uma série de fatores (Muller, 2005).

O cervejeiro procura com os conhecimentos atualmente disponíveis regular ou estimular a produção desses compostos com o objetivo de produzir uma bebida com características próprias, que agrade aos consumidores, com um padrão de qualidade que se mantenha inalterado ao longo do tempo. Isso é conseguido por uma criteriosa escolha de matérias-primas (água, malte e lúpulo), das leveduras utilizadas e por uma série de parâmetros de controle das inúmeras variáveis do processo produtivo (Venturini Filho, 2005).

Conforme já citado nesse estudo, as matérias-primas para a preparação da cerveja são: água potável, malte, lúpulo, carboidrato, segundo Muller (2005). Cada um desses ingredientes desempenha um papel na elaboração do produto final: a cerveja.

Água: a água representa aproximadamente 93% da cerveja e é seu principal componente. Suas características físico-químicas influenciam as propriedades da cerveja. Toda a água

contém sais dissolvidos, e também pode possuir matéria orgânica e compostos orgânicos que irão influenciar diretamente os processos químicos e enzimáticos que ocorrem durante a fermentação (Madrid *et al.*, 2006, p. 599).

A presença de alguns íons na água é importante para as características da cerveja produzida. O ânion sulfato, $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$, por exemplo, contribui para um gosto seco e amargo, enquanto o ânion cloreto, $\text{Cl}^{-}(\text{aq})$, acima de determinado nível, confere um gosto adocicado e mais encorpado. Alguns íons derivados do ferro dão a cerveja um gosto metálico quando estão presentes em quantidades superiores à recomendada. Os íons ferro III, $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ e ferro II, $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$, estão envolvidos na formação de compostos que dão cor a cerveja e alguns sais de ferro atuam positivamente sobre a espuma, embora a deixem com uma cor acastanhada (Venturini Filho, 2005).

Existem compostos que são adicionados no processo para a melhoria da qualidade do produto obtido. Um exemplo são os carboidratos, acrescentados no processo de fabricação da cerveja para ajustar a quantidade de açúcares necessária à fermentação. Nesse processo, as leveduras irão consumir os açúcares fermentescíveis, e se reproduzir e, além disso, irão produzir álcool e dióxido de carbono e também alguns ésteres, ácidos e álcoois superiores que irão transmitir propriedades organolépticas à cerveja (Venturini Filho, 2005).

A fermentação ocorre em tanques fechados, revestidos por uma camisa externa que permite a passagem de fluído refrigerante (amônia ou etileno glicol) para manter o sistema na temperatura desejada de filtração que pode variar de 10 a 25°C. É durante a fermentação que se determina o teor alcoólico. A proporção de álcool etílico depende da quantidade inicial de açúcar no mosto e do tempo de fermentação (Venturini Filho, 2005).

O malte que é um importante ingrediente nesse processo é um produto rico em maltose, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. É obtido com a germinação parcial dos grãos de cereais. Para a fabricação da cerveja, o malte mais adequado é o da cevada, por causa das características desse cereal, que vão desde um elevado teor de açúcares fermentáveis até sua palha, que pode atuar como um filtro natural durante a fabricação do produto (Muller, 2005).

Para a obtenção do malte a cevada é malteada, ou seja, os grãos de cevada são colocados de molho em água morna, onde ficam um ou dois dias. Completado esse período, escorre-se a água, colocam-se os grãos num local de pouca luz e ventilação (não abafado) para que possam germinar. Os grãos devem ficar amontoados para manter a temperatura ideal de germinação que oscila entre 17°C e 20°C. Para manter a umidade necessária, os grãos são borrifados com água

diariamente. Após sete ou dez dias o grão inchado dá mostra de romper a casca para a saída do broto. Nesse ponto, quando há maior concentração de açúcar no grão interrompe-se a germinação (Shreve; Joseph Junior, 2009).

Outro ingrediente usado na produção da cerveja são os cereais não malteados (não germinados) como a farinha de trigo ou amido de milho. Estes são adicionados durante o processo de fabricação da cerveja tem a função de dar firmeza e sustentação à espuma (Hamilton, 2006).

Além dos compostos já citados na produção da cerveja, há o lúpulo, uma trepadeira da família das *Cannabinaceae*. É uma planta denominada dioica, isso significa que produz flores masculinas e femininas. Na fabricação da cerveja utilizam-se apenas as flores femininas, que se agrupam em pequenos cones (Cervesia, 2007). O lúpulo utilizado na fabricação da cerveja pode ser visto na figura 1.

Figura 1. Lúpulo.



Fonte: Cervesia (2007).

Apenas as flores femininas, em forma de cone contêm a lupulina, um pó resinoso utilizado para dar o aroma acre e o sabor característico da cerveja (Cervesia, 2007).

As demais matérias-primas são os aditivos químicos. Os aditivos são todas as substâncias, ou mistura de substância, dotada ou não de valor nutritivo, adicionada ao alimento com a finalidade de impedir, alterar, manter, conferir ou intensificar seu aroma e sabor (Nakano, 2000).

Os principais conservantes usados na produção da cerveja são: 1) antioxidante INS 316 – isoascorbatode sódio ou eritorbato de sódio. O antioxidante tem como função evitar a oxidação na presença de oxigênio (Nakano, 2000). 2) estabilizante INS 40 – alginato de propilenoglicol. Os estabilizantes são substâncias acrescentadas com a finalidade de aumentar sua viscosidade, impedindo mudança na forma ou na natureza química dos produtos aos quais foram incorporados

(REINOLD, 2007). 3) corante INS 150C – corante natural caramelo. A função do corante é puramente estética, pois serve para colorir ou intensificar a cor do alimento ou da bebida de modo a torná-la mais atraente ao consumidor.

Para finalizar, utilizam-se também os acidulantes: que atuam como adjunto de aroma e sabor, são largamente encontrados na natureza, sendo disponíveis comercialmente na forma de soluções aquosas que são incolores, inodoras, viscosas e não voláteis (Cervesia, 2007).

Os acidulantes são produzidos pela fermentação de sacarose altamente refinada. O ácido láctico é utilizado na indústria cervejeira por ser um componente largamente distribuído na natureza, e um dos primeiros agentes acidificantes a ser utilizado no processamento de alimentos. Este componente auxilia no ajuste do pH, obtendo rendimento máximo no extrato, diminuindo o tempo de maceração e favorecendo a precipitação das proteínas, melhorando a cor e auxiliando a filtração do mosto (Reinold, 2007).

Voltando ao processo produtivo da cerveja há de se destacar que ele pode ser dividido em oito operações essenciais: moagem do malte, mosturação ou tratamento enzimático do mosto; filtração do mosto, fervura do mosto, tratamento do mosto, fermentação, maturação, filtração e clarificação. Segue a descrição de cada uma dessas operações, segundo Muller (2005).

A moagem do malte, conforme Muller (2005), tem uma influência direta sobre a rapidez das transformações físico-químicas, o rendimento, a clarificação e a qualidade do produto final. O objetivo é a redução do grão de malte de modo uniforme e a liberação do amido. Pode ser conduzida em moinhos de rolos.

A mistura do malte moído juntamente com água em temperatura de 35°C tem por objetivo solubilizar as substâncias do malte e, com o auxílio das enzimas, promover a gomificação e posterior hidrólise do amido a açúcares (Muller, 2005).

A mosturação ocorre quando se mistura o malte moído com água e a adição de um complemento e o objetivo é promover a liquefação e posterior hidrólise do amido a açúcares. O pH e a temperatura interagem para controlar a degradação do amido e das proteínas (Muller, 2005).

Pelo processo de mosturação, obtém-se a extração de 65% dos sólidos totais do malte que, em dissolução ou suspensão em água, constituirão o mosto para a fermentação da cerveja (Muller, 2005).

Para se entender o processo de mosturação é necessário fazer algumas colocações: existem enzimas específicas para cada reação e todo processo enzimático depende da temperatura, do tempo e do grau de acidez do meio em que atuam (Muller, 2005).

Enzimas são substâncias existentes em todos os seres vivos, animais ou vegetais, responsáveis pelas transformações bioquímicas que se realizam nos processos de vida; podem acelerar as reações químicas até um pré-determinado grau (Venturini Filho, 2005).

Após a mosturação é feita a filtração do mosto, que é realizada em um recipiente denominado, tina de filtração, é construído em aço inoxidável contendo agitador, disco filtrante, bomba centrífuga e isolamento térmico. A casca do malte serve como camada filtrante (Venturini Filho, 2005). Para obter uma determinada substância, é necessário usar métodos de separação: para cada tipo de misturas, heterogêneo ou homogênea, usa-se um método diferente (Venturini Filho, 2005).

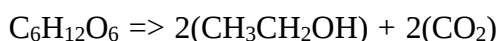
Na fervura do mosto ele é levado à ebulição a uma temperatura de 100°C durante 60 a 90 minutos. Ao atingir a temperatura de 100°C, o líquido começa a ferver e, durante todo o tempo em que ocorre essa mudança de estado, a temperatura permanece constante até que todo o líquido se transforme em vapor para que as substâncias se volatilizem, proteínas coagulem e mosto seja esterilizado. Nessa etapa também é adicionado o lúpulo, responsável por fornecer amargor e aroma característico à cerveja (Reinold, 2007).

Para se fazer o tratamento do mosto, após a fervura, o mosto deve passar por etapas de retirada do precipitado, resfriamento e posterior aeração (Venturini Filho, 2005).

O resfriamento consiste em abaixar a temperatura do mosto de cerca de 100°C até a temperatura inicial da fermentação (entre 9 e 12°C) (Muller, 2005). Quando a levedura entra em contato com o mosto pela primeira vez, as concentrações de glicose ($C_6H_{12}O_6$) são muito altas, o que faz com que ela entre através da difusão, na levedura.

Quando cada molécula de glicose entra na levedura, ela se quebra num processo de 10 etapas chamado glicólise. O produto da glicólise é um açúcar de três carbonos, chamado piruvato, e um pouco de ATP (trifosfato de adenosina), que fornece energia para a levedura, permitindo que ela se multiplique. Os dois piruvatos são então convertidos pela levedura em dióxido de carbono (CO_2) e etanol (CH_3CH_2OH , que é o álcool da cerveja).

A reação global é:



Sendo que este processo fermentativo consiste no ponto central para produção de qualquer bebida alcoólica, possuindo como principal objetivo a conversão de açúcares em etanol e gás carbônico pela levedura sob condições anaeróbicas.

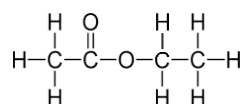
A fermentação é a reação espontânea de um corpo orgânico ante a presença de fermento que o decompõe. Esta etapa é a mais importante e mais complicada de todo o processo. É necessário um rígido controle da temperatura, suspensão de micro-organismos indesejados e prevenção da oxidação, e é conduzida em fermentador provido de controlador e indicador de temperatura, manômetro para indicação de pressão interna, e para a monitoração de CO₂ formado durante o processo fermentativo (Venturini Filho, 2005).

Ao iniciar-se a maturação, a maior parte dos açúcares é metabolizada a álcool etílico (etanol). Durante o processo de maturação ocorrem algumas alterações de grande importância para a qualidade da cerveja, como o gás carbônico produzido durante a fermentação do extrato restante provoca a carbonatação, e se não alcançado, pode ser corrigido após a filtração (Muller, 2005).

A carbonatação é uma reação química, que acontece por causa da dissolução do dióxido de carbono (CO₂) na água (H₂O). Essa ação é responsável pelo borbulhamento do CO₂ no líquido, que resulta no ácido carbônico (H₂CO₃) – uma substância que se decompõe e recupera o gás carbônico e a água (Muller, 2005).

Os álcoois superiores e ácidos graxos que se formaram durante a fermentação não se modificam significativamente no decorrer da maturação. Nesse período são formados os ésteres (Muller, 2005).

Os ésteres produzidos na cerveja dão origem a aroma e sabor que caracterizam a cerveja. Entre os ésteres predominam o acetato de etila em média de 21,4 mg l⁻¹ e o acetato de anila com 2,6 mg/l (Muller, 2005). A estrutura do acetato de etila é:



Com essa descrição, denota-se a amplitude dos conceitos de Química envolvidos no processo de produção da cerveja. Considera-se que esse cenário pode representar tema gerador de interesse aos estudantes, para o aprendizado de Química, de modo a ser utilizado nas aulas dessa disciplina, para promover um ensino contextualizado que leve à aprendizagem significativa.

No que diz respeito a relevância da Química, pode-se dizer que a mesma beneficia a formação profissional, pois, a química é essencial para diversas profissões, tais como a Medicina, no desenvolvimento de novos medicamentos e compreensão de doenças; a Engenharia, na criação de materiais e processos industriais. A Agronomia, no desenvolvimento de fertilizantes e pesticidas. A Biotecnologia, no desenvolvimento de organismos geneticamente modificados. O Meio ambiente, na análise de poluentes e desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. A Inovação, porque a química é a base para muitas das inovações tecnológicas que transformam nossas vidas. A cidadania, já que a química nos permite tomar decisões mais informadas sobre questões como saúde, meio ambiente e energia.

De acordo com os pressupostos contidos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017), um ensino de química de qualidade é fundamental para:

- Formar cidadãos: a química permite aos alunos tomar decisões mais conscientes sobre questões como saúde, meio ambiente e consumo.
- Desenvolver habilidades: a química desenvolve habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe.
- Incentivar a curiosidade: a química desperta a curiosidade dos alunos sobre o mundo ao redor.
- Preparar para o futuro: a química é fundamental para diversas profissões do futuro.

No entanto, apesar da importância da química, o ensino dessa disciplina enfrenta diversos

desafios, tais como:

- A abstração dos conceitos, pois muitos conceitos químicos são abstratos e difíceis de visualizar, o que pode dificultar a compreensão dos alunos.
- A falta de interesse, uma vez que, a química é frequentemente associada a uma disciplina complexa e pouco atrativa, o que pode desmotivar os alunos.
- A desconexão com o cotidiano, porque a falta de contextualização dos conteúdos com o dia a dia dos alunos pode dificultar a aprendizagem.
- A falta de recursos, já que muitas escolas não possuem os recursos necessários para realizar experimentos e atividades práticas.

Portanto, a química está presente em tudo ao redor, desde os alimentos que se consome até os produtos de limpeza que utilizamos. Alguns exemplos de aplicações da química incluem o desenvolvimento de novos materiais: plásticos, tintas, medicamentos etc.; na produção de

energia: combustíveis fósseis, energia nuclear, biocombustíveis. No tratamento de água e esgoto: remoção de contaminantes e desinfecção. E também na indústria alimentícia: produção de alimentos processados, conservantes e aditivos.

Sequência didática é um conjunto de atividades ordenadas e articuladas, com um início, meio e fim, que visam alcançar determinados objetivos de aprendizagem. Ela deve ser flexível e adaptada às necessidades e interesses dos alunos, além de considerar o contexto escolar e social. Uma sequência didática bem estruturada é fundamental para um ensino de química eficaz e engajador no Ensino Médio. Ela permite que o professor planeje as atividades de forma organizada, conectando os conteúdos e garantindo a progressão do aprendizado dos alunos, conforme Oliveira (2013).

Elementos de uma sequência didática:

Tema gerador: Um tema central que irá nortear todas as atividades.

Objetivos de aprendizagem: O que os alunos devem aprender ao final da sequência.

Conteúdos: Os conceitos e princípios químicos a serem abordados.

Metodologias: As estratégias de ensino que serão utilizadas (experimentos, resolução de problemas, discussões em grupo etc.).

Recursos: Os materiais necessários para a realização das atividades (vidrarias, reagentes, livros, softwares etc.).

Avaliação: As formas de avaliar o aprendizado dos alunos (provas, trabalhos, apresentações etc.).

Exemplo de Sequência Didática: A Química dos alimentos

Tema gerador: A química presente nos alimentos e sua importância para a saúde.

Objetivos:

Compreender os principais componentes químicos dos alimentos (carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e minerais).

Relacionar a composição química dos alimentos com suas propriedades e funções no organismo.

Analisar a importância de uma alimentação equilibrada para a saúde.

Avaliar criticamente informações sobre alimentos presentes nos meios de comunicação.

Conteúdos:

Funções orgânicas presentes nos alimentos.

Reações químicas envolvidas na digestão dos alimentos.

Propriedades dos alimentos (cor, sabor, textura).

Aditivos alimentares e seus efeitos na saúde.

Metodologias:

Experimentos: Análise da composição de diferentes alimentos (teste de iodo para amido, teste de Benedict para açúcares redutores).

Discussões em grupo: Análise de rótulos de alimentos e discussão sobre a importância da leitura dos ingredientes.

Pesquisa: Elaboração de trabalhos sobre a relação entre alimentação e saúde.

Visitas a locais como supermercados e feiras para observar a variedade de alimentos e suas embalagens.

Recursos:

Alimentos diversos (frutas, legumes, cereais etc.).

Reagentes para testes químicos.

Vidrarias.

Rótulos de alimentos.

Computadores com acesso à internet.

Avaliação:

Relatórios dos experimentos.

Apresentações em grupo sobre a pesquisa realizada.

Prova escrita sobre os conteúdos abordados.

Produção de um cardápio equilibrado.

De acordo com Oliveira (2013), algumas dicas são importantes para elaborar uma Sequência didática: comece com um tema que seja relevante e interessante para os alunos; utilize diferentes metodologias para atender aos diferentes estilos de aprendizagem; incorpore atividades práticas e experimentais; promova a discussão e o debate entre os alunos; avalie o aprendizado de forma contínua e diversificada; utilize recursos tecnológicos para enriquecer as aulas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa, inicialmente desenvolveu-se uma pesquisa bibliográfica. Com o intuito de alcançar o objetivo de vincular o ensino de Química ao tema do processo produtivo e as características da cerveja, organizou-se e executou uma Sequência Didática enquanto norteador educacional, de modo que as atividades desenvolvidas com base no tema central escolhido (cerveja, suas características e processo de produção) possam fundamentar o ensino de Química. O quadro 1 apresenta a Sequência Didática do estudo.

Quadro 1: Sequência Didática.

Aplicação do formulário inicial.
1º Momento: Introdução a temática da cerveja, problematização, organização do conhecimento e aplicação.
2º Momento: Realização do experimento sobre fermentação.
3º Momento: Explanação sobre a química e os conceitos por trás da cerveja.
Aplicação do Formulário final.

O primeiro momento se baseou em uma discussão inicial acerca da temática “cerveja”, passando pela sua história, surgimento, marcos históricos, produção, principais processos envolvidos e composição, ou seja, “História da Química” relacionado ao processo de descoberta das bebidas fermentadas.

O segundo momento, verificação da aprendizagem em uma proposta de atividade prática (experimento), contou com a realização de um experimento sobre fermentação, utilizando materiais que podem ser encontrados em casa (adaptado de Silva *et al.*, 2023). O roteiro se encontra no anexo 1.

No terceiro momento foi retomada a discussão sobre a química por trás da fermentação, um dos processos químicos mais importantes na produção da cerveja. Foram discutidos sobre a reação química, os outros tipos de fermentação além da alcoólica (lática, acética e butílica), outras aplicações e sobre a economia envolvida na sua produção e uma exposição de conteúdos de Química relacionados ao processo produtivo da cerveja.

Durante esse momento, foi transmitido o vídeo “A química da cerveja: Curiosidade e uma revisão fascinante” (Café com Química, Professor Michel, 2020), que contribuiu para a explicação do conteúdo. A apresentação de slides utilizada durante a aula se encontra no anexo 2.

Inicialmente, os discentes foram instruídos a responder um formulário que continha algumas perguntas, no intuito de levantar dados acerca do entendimento antes da aula. As perguntas podem ser vistas no quadro 2.

Quadro 2: Formulário inicial.

Você considera que o ensino com uso de temas geradores auxilia no processo de construção do conhecimento? (sim, não ou talvez)
Escreva o que você sabe sobre a química do processo de produção de cerveja. (Pergunta aberta)
Você considera que a temática “processo de produção da cerveja” pode ser um tema interessante para o ensino de fermentação? (sim, não ou talvez)
Quais são os produtos e os reagentes presentes na reação de fermentação para produção de álcool?
Quais são os tipos de fermentação?
Onde podemos encontrar a fermentação, além da produção da cerveja?
Você considera que o uso de experimentos durante a aula pode auxiliar no processo de aprendizagem de química? (sim, não ou talvez)

Fonte: Os autores.

Após a atividade, os alunos foram instruídos a responder um novo formulário, com perguntas novas acerca da aula e algumas retidas, para efeito de comparação e aprendizagem. As mesmas se encontram no quadro 3.

Quadro 3: Formulário final.

Quais são os tipos de fermentação?
Quais são os produtos e os reagentes presentes na reação de fermentação para produção de álcool?
Onde podemos encontrar a fermentação, além da produção da cerveja?
Escreva o que você sabe sobre a química do processo de produção de cerveja.
Você considera que a temática escolhida, após a aula, é adequada para alunos do ensino médio? (sim, não ou talvez)
O que você achou da aula sobre fermentação usando a produção da cerveja como tema gerador? Podem ser pontos positivos, aspectos que precisam ser melhorados ou quaisquer outros comentários.
Sobre os vídeos apresentados, você considera que eles contribuíram para a aula?
Sobre o experimento realizado, você considera que ele contribuiu para a aula? Comente.

Fonte: Os autores.

A sequência didática foi aplicada junto a 16 discentes do Curso Superior de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Goiás, campus Itumbiara, com o objetivo de trabalhar o conteúdo e, posteriormente, discutir sobre as visões destes estudantes perante a participação na atividade. O planejamento de ensino foi organizado a partir de três momentos distintos, que ocorreram durante cerca de 90 minutos cada. Inicialmente, alinhou-se previamente a proposta com a professora regente da disciplina de Química, que esteve em todos os momentos acompanhando a realização das atividades planejadas, como mediadora do processo de ensino.

Esta proposta de sequência didática, contextualizada ao processo produtivo da cerveja, apresenta uma proposta experimental para estudantes do curso de licenciatura em Química, no entanto, vale ressaltar que mediante as devidas adaptações, ela também se revela aplicável para turmas do ensino médio. A proposta se alinha de forma coerente aos conteúdos de Química abordados nesse nível, abrangendo temas como fermentação, análise de parâmetros físico-químicos, densidade, pH, acidez, teor alcoólico e processos de separação de misturas. A sequência didática não apenas promove a compreensão teórica desses conceitos, mas também os vincula a um contexto prático e relevante, proporcionando aos estudantes uma visão aplicada do conhecimento químico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, fez-se uma roda de conversa para identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca de uma experimentação. Em seguida, realizou-se uma explicação em sala de aula, sobre o experimento, por meio do *data-show*, conforme figura 2. Ao todo, 16 alunos participaram do experimento e responderam as questões.

Figura 2: Explicação do experimento.



Fonte: O autor.

Durante o primeiro momento, ao destacar a composição da cerveja (água, malte, lúpulo e fermento) os discentes pareciam conhecer até certo ponto, o que faz sentido ao se considerar a importância do produto para o país. Uma das coisas interessantes durante a atual foi a surpresa de alguns participantes ao descobrir a antiguidade da cerveja. Muitos alunos não sabiam que a cerveja era tão antiga e tão ligada à história da humanidade.

Formulário inicial

Na primeira pergunta do formulário inicial, **“você considera que o ensino com uso de temas geradores auxilia no processo de construção do conhecimento?”** contou com uma unanimidade de respostas “sim”. Quando se fala em educação na atualidade, se discorre sobre a formação integral do aluno, onde ele é capaz de desenvolver habilidades técnicas, competências e um olhar crítico sobre o mundo a sua volta, e os fenômenos presentes nele. Com isso, não se pensa mais em promover educação de forma decorativa ou ainda de maneira engessada. Nessa perspectiva, o uso dos temas geradores tem potencial, permeando a prática docente, que permite um trabalho diferenciado nas mais diversas etapas da escolarização, tendo sua eficácia atrelada ao fato de trabalhar com situações reais. Além disso, ela permite a interdisciplinaridade, ao passo que temáticas, como a produção da cerveja, podem ser tratadas com inúmeras outras áreas do conhecimento (Costa; Pinheiro, 2013). As respostas apontam que os futuros licenciados concordam com essa perspectiva.

A segunda pergunta **“escreva o que você sabe sobre a química do processo de produção de cerveja”**, contou com respostas parecidas. Dos 16 respondentes, 4 afirmaram não saber nada sobre o assunto e 9 responderam que dentro da produção da cerveja existe a fermentação, um importante processo químico. A fermentação alcoólica é parte essencial, onde ocorre a conversão de açúcares em etanol e gás carbônico em condições anaeróbicas, sendo realizada principalmente por leveduras (Oliveira, 2011).

As outras três respostas também falam sobre a fermentação. Em duas delas “[...] a meu saber, o processo químico utilizado na produção da cerveja e agregada à cevada e a levedura, com uso de fermentos (RESPONDENTE 10, 2023)”. Um erro conceitual na resposta é o fato da levedura ser o próprio fermento, um microrganismo responsável pela fermentação. Já a cevada, citada na resposta, é a principal fonte dos açúcares usados na fermentação. Em outra resposta: “Envolve a fermentação onde é liberado gás carbônico através do consumo do açúcar para a produção do álcool (RESPONDENTE 16, 2023)”, está correta. Os principais açúcares nesse processo são a glicose ou a frutose, produzindo como álcool o etanol e o dióxido de carbono (Figura 3).

Figura 3: Reação da Fermentação.

Fonte: O autor.

A última resposta: “Ela é uma bebida fermentada produzida com grãos desde os tempos antigos (RESPONDENTE 15, 2023)”, é interessante. A cerveja acompanha o desenvolvimento das civilizações. Entre os registros mais antigos, documentos escritos a cerca de 5000 anos, registram que a fabricação da mesma já era praticada, sendo uma cultura madura, isso enquanto a própria escrita ainda era nova. Uma tabuinha cuneiforme, datada de 4000 anos, tem um poema a deusa suméria da cerveja, sendo chamado de Hino a Ninkasi (Muxel, 2018).

Na pergunta seguinte **“Você considera que a temática “processo de produção da cerveja” pode ser um tema interessante para o ensino de fermentação?”**, todos os 16 respondentes responderam que sim. Essas respostas podem relacionar o fato de a cerveja estar presente na cultura do país sendo, portanto, um assunto do cotidiano dos estudantes. O Brasil é o terceiro maior produtor e o terceiro maior consumidor do mundo (Albuquerque, 2022).

Na pergunta seguinte **“Quais são os produtos e os reagentes presentes na reação de fermentação para produção de álcool?”**, 6 respostas apontaram que não sabiam. As outras respostas foram colocadas no quadro 3.

Quadro 4: Respostas dos alunos participantes.

Resposta	Quantidade
Bactérias	2
Leveduras	2
Sacarose	1
Malte	1
Lúpulo	1
Água	1
Cana de açúcar	1
Gás carbônico	1
Álcool Etílico	1

Fonte: O autor.

Nenhuma das respostas diferenciou produtos de reagentes. Analisando as mesmas, algumas estão corretas. O álcool etílico, ou etanol, e o gás carbônico são os produtos da fermentação. A sacarose é um dos principais açúcares utilizados como reagentes no começo do processo, e pode ser obtido por algumas plantas, como a cana de açúcar, normalmente utilizada para produzir o álcool utilizado como combustível. O malte se trata dos cereais utilizados na produção da cerveja, também como fonte de açúcares. O lúpulo, por sua vez, é adicionado para conferir à cerveja seu sabor amargo e outras características da bebida. Os principais microrganismos responsáveis pela fermentação alcoólica são as leveduras. Outros microrganismos também podem realizar fermentação, como algumas bactérias que realizam a fermentação láctica.

Na pergunta seguinte **“Quais os tipos de fermentação?”**, teriam como possíveis respostas à fermentação láctica, acética, butílica e alcoólica. Das respostas, 4 respondentes disseram não saber, 4 responderam “alcoólica”, 3 responderam “láctica” e 3 responderam “acética”. As outras respostas estão incorretas, tais como “química”, “animal,” “biológica” e “isobutilica”.

A pergunta seguinte **“Onde podemos encontrar a fermentação, além da produção da cerveja?”**, buscou descobrir se os respondentes teriam uma ideia sobre onde mais se pode encontrar a fermentação. Dos respondentes, 3 responderam não saber. Dentre as demais repostas, todas citaram alimentos que durante seu preparo teriam fermentação, tais como os derivados do leite, como produtos lácteos, coalhada e queijo, ou ainda produtos como pão, vinho e bolo.

Na pergunta seguinte **“Você considera que o uso de experimentos durante a aula pode auxiliar no processo de aprendizagem de química?”**, apresentou unanimidade de respostas sim. Isso corrobora com Silva *et al.* (2020), onde se diz que o ensino de química precisa de formas e ferramentas que possam auxiliar a contextualizar os conteúdos ensinados, concluindo que existe um efeito positivo no uso de experimentação nas aulas.

Na realização do experimento, como demonstrado na figura 4, à medida que os alunos observavam o processo, intuitivamente houve um melhor entendimento de conteúdos que já tinham sido explanados e os que viriam depois, pois estavam ligados a algo visível. Um exemplo é a formação do gás carbônico. No decorrer da atividade houve participação dos mesmos, dialogando durante o momento inicial e em especial, com curiosidade durante o experimento, como pode ser visto na figura 4.

Figura 4: Experimento sobre fermentação.



Fonte: O autor.

Durante a última parte da aula, com as explicações químicas, os discentes relacionaram suas dúvidas com o experimento realizado, e se observa que houve uma boa participação e o tema gerador foi capaz de prender a atenção dos participantes. Alguns expressaram sua surpresa com a complexidade da química por trás da cerveja e do seu processo produtivo, e comentaram que o experimento foi crucial para o entendimento. Em relação aos formulários, um total de 16 alunos participantes responderam ao formulário inicial. Já o formulário final, obteve somente 13 respostas dos alunos. As respostas dos dois formulários encontram-se a seguir.

Formulário final

Após a aplicação da sequência, os futuros licenciados foram instruídos a responder um outro questionário para checar sua aprendizagem e suas percepções quando a atividade, contando com 13 respondentes. Dessas perguntas, algumas foram repetidas do formulário inicial na tentativa de observar se houve o entendimento do conteúdo. Na primeira pergunta, **“Quais os tipos de fermentação?”**, todas as respostas foram corretas. Dos respondentes, 13 responderam

alcoólica, 9 responderam láctea, 12 responderam acética e 8 responderam butílica. Dessa forma, percebe-se que houve um entendimento que existem tipos diferentes de fermentação, e houve uma considerável melhora nas respostas quando comparado com as respostas que essa mesma pergunta teve no formulário inicial.

Na pergunta seguinte, **“Quais são os produtos e os reagentes presentes na reação de fermentação para produção de álcool?”**, foi feita novamente. Houve muitas respostas corretas, onde 7 responderam açúcar ou glicose, 4 responderam CO₂, 1 respondeu álcool e 1 respondeu energia. Algumas outras respostas estavam incorretas, tais como 7 repostas que contavam com o termo “leveduras” (que estão presentes no processo, mas não são reagentes ou produtos), 1 reposta que contava com “bactéria” (que podem participar em outros tipos de fermentação), 2 repostas com a palavra “malte”, 2 repostas com “água”, 2 repostas com “lúpulo”, todas substância presentes no processo, mas que não estão na reação de fermentação. Um respondente não soube responder à pergunta.

Outra pergunta: **“Onde podemos encontrar a fermentação, além da produção da cerveja?”** também foi refeita. Todas as respostas estão corretas, onde foram citados “pães” em 10 respostas, “vinho” em 3 respostas, “álcool” em 7 respostas, “iogurte” em 4, “queijo” em 3 repostas, “bolo” em 3 repostas e “remédios e vacinas” em 3 repostas.

Na pergunta seguinte, **“Escreva o que você sabe sobre a química do processo de produção de cerveja”**, os respondentes ficaram livres para responder. A maioria das respostas está correta, tais como “as leveduras consomem glicose e liberam CO₂ e álcool (RESPONDENTE 1, 2023)”, resposta parecida com outras 5. Outras respostas, como “Que precisa de micro-organismos (RESPONDENTE 3, 2023)” se referem a presença das leveduras, assim como em outras 2 respostas. Outra resposta citou os processos de produção da cerveja, sendo a malteação, produção do mosto, adição do lúpulo, fermentação e maturação, filtragem e ênfase (RESPONDENTE 7, 2023).

Também, em outra resposta remete a história da cerveja “Este processo veio de povos ancestrais e no passar do tempo foram evoluídas, pois no processo necessita de fermentação (RESPONDENTE 9, 2023)”, remetendo ao fato discutido na aula, sobre como a cerveja evoluiu junto a história da humanidade (Muxel, 2018). Outra resposta interessante é “A química está em vários processos, seja na fermentação, na temperatura adequada, na pasteurização etc.

(RESPONDENTE 10, 2023).”, trazendo como a temática pode ser interessante para se ensinar diferentes conteúdos de química.

Na pergunta seguinte **“Você considera que a temática escolhida, após a aula, é adequada para alunos do ensino médio?”** contou com todas as respostas sendo sim. Na resposta seguinte, para complementar a pergunta anterior, **“O que você achou da aula sobre fermentação usando a produção da cerveja como tema gerador? Podem ser pontos positivos, aspectos que precisam ser melhorados ou quaisquer outros comentários”** mostrou de forma geral, que os participantes consideraram a temática pertinente, tais como “Achei interessante, bem interativo e explicativo (RESPONDENTE 4, 2023)”, “ela tem diversas formas de explicar vários conteúdos, sendo um bom material para ensino (RESPONDENTE 1, 2023)” e “Foi ótimo trouxe conhecimentos químicos sobre a cerveja e outros conceitos para o ensino de química (RESPONDENTE 12, 2023)”.

Um dos comentários discorre sobre o vídeo utilizado durante a sequência “Gostei demais e pro nosso curso é muito legal. Já o vídeo, para o nível médio, pode ser melhor dividir os conteúdos pois são vários aspectos abordados (RESPONDENTE 7, 2023). Na pergunta seguinte **“Sobre os vídeos apresentados, você considera que eles contribuíram para a aula?”** contou com todas as respostas. Isso comprova que o vídeo tem um papel importante, mas que deve ser melhor dosado durante a atividade.

Na pergunta seguinte **“Sobre o experimento realizado, você considera que ele contribuiu para a aula? Comente um pouco”**, todas as respostas remetem como o experimento foi positivo para a aprendizagem do conteúdo e para a sequência didática, tais como os comentários “sim! visualmente pudemos observar a levedura em ação consumindo a glicose (RESPONDENTE 1, 2023)”, “Sim, muito curioso e dá pra fazer com ingredientes em casa (RESPONDENTE 13, 2023)” e “Sim, a aula prática ajuda os alunos a desenvolverem a parte teórica para similar o conteúdo (RESPONDENTE 11, 2023)”. Dessa forma, assim como nos outros comentários, podemos perceber que a experimentação torna o aprendizado mais significativo, o mesmo é de fácil aplicação pois pode ser feito com materiais de fácil acesso e permite que os alunos liguem o conteúdo teórico com algo prático.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há diversos motivos para que professores, de modo geral, não consigam realizar atividades de ensino correlacionadas a temas do cotidiano, dentre eles consideram-se principalmente, a falta de tempo decorrente do excesso de atividades que permeiam a prática docente. Esta pesquisa buscou realizar uma sequência didática para o ensino de química, considerando o processo produtivo da cerveja como tema gerador, com o propósito de tornar a aprendizagem correlacionada a experiências cotidianas, de modo a promover um aprendizado significativo, superando algumas limitações inerentes ao ensino tradicional.

Espera-se que este trabalho possa servir como referência para que outros professores de química utilizem o tema do processo produtivo da cerveja para o ensino de conteúdos da química, como um manual a ser seguido, já que a atividade de sequência didática aqui proposta e aplicada é relativamente simples, contando com um experimento de baixo custo e fácil aplicação. Os instrumentos de verificação da aprendizagem, formulários do *google*, também relativamente simples de serem aplicados e analisados, podem nortear o trabalho do professor, antes e depois da aplicação da sequência didática, para verificar sobre processo bioquímico de fermentação, análise de parâmetros físico-químicos, densidade, pH, acidez, teor alcoólico, e processos de separação de misturas.

Esta investigação dialoga com as prerrogativas de Melo (2000), que enfatizam a necessidade de uma reflexão sobre os procedimentos que identificam na aprendizagem, e para isto podem ser utilizados no ensino alguns temas largamente conhecidos pelos alunos, despertando nele o interesse e consequente aprendizado de Química. Conclui-se que o estudo da cerveja, como produto resultante de transformações químicas, pode oportunizar a aprendizagem contextualizada de conteúdos de Química no Ensino Médio.

No que diz respeito ao estudo da química no Ensino Superior, o estudo mostrou que é fundamental para aqueles que desejam compreender o mundo ao seu redor, desenvolver habilidades valiosas e contribuir para a construção de um futuro mais sustentável. A química é uma ciência dinâmica e em constante evolução, oferecendo diversas oportunidades para aqueles que se interessam por ela.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, D. Os 10 países que mais bebem cerveja. *Site*. 2022. Disponível em: <<https://societifica.com.br/paises-que-mais-bebem-cerveja/>>. Acesso em: 21 jun. 2022.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Secretaria de Educação. Brasília, DF: MEC, 1999.
- _____. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf> Acesso em: 12 abr. 2024.
- CASCAIS, M. das G.A.; TERÁN, A.F. Educação formal, informal e não formal na educação em ciências. *Revista Ciência em Tela*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, 2014. Disponível em: <<http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0702enf.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2022.
- CERVESIA. Tecnologia Cervejeira. 2007. Disponível em: <<http://www.cervesia.com.br>>. Acesso em: 06 jun. 2021.
- CHASSOT, Á.I. Para quem é útil o ensino? Alternativas para um ensino de química. Canoas: ULBRA, 1990.
- COSTA, J. de M. PINHEIRO, N. A. M. O ensino por meio de temas-geradores: a educação pensada de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar. *Imagens da Educação*, v. 3, n. 2, p. 37-44, 2013. Memorial Virtual Paulo Freire. 2013. Disponível em: <<https://www.acervo.paulofreire.org/items/06810a24-c757-4f3c-ad4d-24b5110a7ae0>>. Acesso em: 21 jun. 2022.
- DOMINGUES, S.F. Metodologia e prática no ensino de química. São Paulo: Ática, 2004.
- FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A.; GOUVEIA, M. S. F. O ensino de ciências no primeiro grau. São Paulo: Atual, 1986.
- FREIRE, P. A importância do ato de ler. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1985.
- _____. Educação como prática da liberdade. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1999.
- GOMES, F.S.G.; BROIETT, F.C.D. Química com cerveja: uma proposta de oficina temática. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), Florianópolis, SC, 25 a 28 de julho de 2016. Florianópolis, SC, Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ), Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina (QMC/UFSC), 2016.
- HAMILTON, A.P. A origem da cerveja. 2006. Disponível em: <<http://www.geocities.com/capecanavera/galaxy/4177/idade.htm>>. Acesso em: 26 jun. 2021.

- IVANOV, R. C. Fermentação acética: abordando transformações químicas e bioquímicas. Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Comissão de Diplomação do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco, 2011.
- LAKATOS, E.; MARCONI, M. de A. Fundamentos de metodologia científica. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- LAKATOS, E.M. Fundamentos de Metodologia Científica. 7. ed. São Paulo, Atlas. 2017.
- LISBOA, J. C. (Org.). Química 3º Ano Ensino Médio. Ser Protagonista. São Paulo: Edições SM, 2010.
- LUTFI, M. Cotidiano e educação em química: os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no 2º grau. Ijuí, RS: Editora Unijuí. 2008.
- MADRID, A. et. al. Manual de Indústria de alimentos. São Paulo: Varela, 2006.
- MALDANER, O.A. A formação inicial e continuada de professores de Química. 2. ed. Ijuí, RS: Unijuí, 2003.
- MELO, M.R. Ensino de ciências uma participação ativa e cotidiana. 2000. Disponível em: <<http://www.rosamelo.hpg.com.br/>>. Acesso em: 2 maio 2021.
- MULLER, A. Cerveja. Canoas: Ed. ULBRA, 2005.
- MUXEL, A. A. Uma Breve História sobre a cerveja. 2018. Disponível em: <<https://amuxel.paginas.ufsc.br/files/2018/08/Breve-Hist%C3%B3ria.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2022.
- NAKANO, V.M. Teoria da fermentação e maturação. Workshop Adegas, 1, 2000, Brasília. Anais. Brasília: AMBEV, 2000.
- NUNES, R. S; NUNES, J. M. V. Modelos constitutivos de Sequências Didáticas: enfoque na Teoria das Situações Didáticas. Revista Exitus, Santarém/PA, Vol. 9, Nº 1, p. 148 - 174, 2019. Disponível em: <<http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/719>>. Acesso em: 21 jun. 2022.
- OLIVEIRA, M. M. Sequência didática interativa no processo de formação de professores. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.
- OLIVEIRA, N. A. M. Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja. Monografia (Pós-graduação em Microbiologia) – Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-99VHHA/1/195.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2022.
- REINOLD, M. R. Os diferentes tanques de fermentação em cervejarias. 2007. Disponível em: <<https://www.cervesia.com.br/artigos-tecnicos/tecnicos/processo-produtivoproducao/>>

fermentacao-e-maturacao/824-os-diferentes-tipos-de-tanques-de-fermentacao-emcervejarias.html>. Acesso em: 10 jun. 2022.

RÔÇAS, G.; LEAL, A. Brincando em sala de aula: uso de jogos cooperativos no ensino de ciências. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.ifrj.edu.br/webfm_send/5416>. Acesso em: 02 jun. 2022.

SANTOS, W.L.P.; SHENETZLER, R.P. Educação em Química – compromisso com a cidadania. Ijuí, RS: Editora da UNIJUÍ, RS, 2000.

SHREVE, R.N.; JOSEPH JUNIOR, A.B. Indústrias de processos químicos. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2009. Disponível em: <https://www.academia.edu/37541634/Ind%C3%BAstrias_dv_Processos_Qu%C3%ADmicos>. Acesso em 20 abr. 2022.

SILVA, G. H.; SANTOS, L. A. C. dos; PALASTRIM, P. A. M.; ALVES, B. H. P.; ANDRADE, L. V. Relato de experiência no estágio: o uso dos três momentos pedagógicos no ensino de energia na disciplina de química. In: Anais do 21 Encontro Nacional de Ensino de Química. Anais... Uberlândia(MG) Universidade Federal de Uberlândia, 2023. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/xxieneq2022/535058-RELATO-DE-EXPERIENCIA-NO-ESTAGIO-O-USO-DOS-TRES-MOMENTOS-PEDAGOGICOS-NO-ENSINO-DE-ENERGIA-NA-DISCIPLINA-DE-QUIM>>. Acesso em: 21 jun. 2022.

SILVA, V. C. da; CARDOSO, P. H. G.; GUEDES, F. N.; LIMA, M. D. C.; AMORIM, C. M. G. Didáticas experimentais como ferramenta de ensino nas aulas de química do ensino médio. Research, Society and Development, v. 9, n.7, e41973547, 2020. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3547/3221>>. Acesso em: 21 jun. 2022.

TIBA, I. Ensinar aprendendo: como superar os desafios do relacionamento professor-aluno em tempos de globalização. São Paulo: Gente, 2008. Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-310422?src=similardocs>>. Acesso em 20 abr. 2022.

VENTURINI FILHO, W.G. Tecnologia de Bebidas. São Paulo: Edgar Blucher, 2005.

VIEIRA JUNIOR, G. Produção de cerveja artesanal do tipo IPA IndiaPale Ale. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Maranhão, 2018. Disponível em: <<https://monografias.ufma.br/jspui/handle/123456789/2274>>. Acesso em 18 maio 2022.

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

Apêndice 1

Roteiro de aula prática

Prática 1 – Obtenção de álcool

Introdução

No século dezessete, o pesquisador Antonie Van Leeuwenhock visualizou e descreveu em um microscópio, seres minúsculos não visíveis a olhos nu, após pingar gotas de cerveja fermentada. Apenas séculos depois, Louis Pasteur ao estudar leveduras presentes em vinhos e cerveja, concluiu que a fermentação era um processo causado por esses seres vivos (IVANOV, 2011).

A fermentação é um processo biológico, realizado por alguns microrganismos como as leveduras, para produção de energia utilizada para o desempenho de suas funções biológicas. Tal processo ocorre sem a presença de oxigênio, ou seja, um processo anaeróbio (LISBOA, 2010). Esse processo sempre ocorre na célula, mais especificamente no citoplasma, com auxílio de enzimas. Existem diferentes tipos de fermentação, em especial a alcoólica, a láctea, a butílica e a acética.

A fermentação alcoólica, realizada por leveduras e bactérias, como a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, é responsável por transformar açúcares em álcool etílico, gás carbônico e ATP (adenosina trifosfato). É a oxidação da glicose, parcialmente (IVANOV, 2011). Essa é principalmente usada para a fabricação de alimentos como o pão e de bebidas como a cerveja, vinho e destilados. Na reação, ocorre a transformação de açúcares em álcool etílico (etanol) e gás carbônico (CO₂).



Para ocorrer, é necessária uma temperatura adequada, devido às condições da levedura. Acima de 55°C elas morrem, e em temperaturas mais baixas, elas “adormecem”. Entre 27°C a 32°C temos a temperatura ideal para sua reprodução. Acima de 35° ou perto do 27°, sua reprodução se acelera e favorece a produção de CO₂. As temperaturas ideais para o processo de produção industrial de etanol encontram-se entre 26 e 35°C.

Materiais

1. 100g de açúcar;
2. 2 colheres de chá;
3. 2 colheres de sopa;
4. 6 copos de plástico;
5. Proveta de 200 ml;
6. 100g de farinha de trigo;
7. 30g de fermento biológico;
8. Banho de gelo.

Objetivos

- Observar o processo de fermentação e os produtos formados;
- Analisar as condições para que a fermentação ocorra.

Procedimentos

1. Prepare uma dispersão de fermento, colocando 30g de fermento biológico e 120 ml de água em um copo. Misture bem até ficar uniforme;
2. Numere 5 copos de plástico e em cada um adicione 20 ml da dispersão de fermento;
3. No copo 1, adicione 2 colheres de chá rasas de farinha de trigo, misture bem com a dispersão de fermento, até homogeneizar. Após 15, 30 e 40 minutos, agite suavemente a mistura e anote suas observações;
4. No copo 2, adicione 2 colheres de chá rasas de açúcar, misture bem com a dispersão de fermento, até homogeneizar. Após 15, 30 e 40 minutos, agite suavemente a mistura e anote suas observações;
5. Nos copos 3 e 4 adicione, em cada um, 2 colheres de chá rasas de açúcar e 2 colheres de chá de farinha de trigo e misture bem até ficar uniforme. Imediatamente a seguir, coloque o copo número 4 no banho de gelo. Após 15, 30 e 40 minutos, agite suavemente a mistura e anote suas observações;
6. O copo 5 deverá conter apenas a dispersão de fermento. Após 15, 30 e 40 minutos, agite suavemente a mistura e anote suas observações.

Atividades

1. Qual indício de que tenha ocorrido fermentação nos copos 1, 2, 3 e 4?
2. Equacione as reações que ocorrem nos copos 2, 3 e 4.
3. Qual é a finalidade do fermento para a reação?
4. Qual é o produto orgânico da fermentação alcoólica?
5. Foi observada alguma diferença nas reações que ocorreram nos copos 1, 2 e 3?
6. Por que o copo 4 foi colocado em banho de gelo?
7. Qual a necessidade de se preparar um copo apenas com a dispersão de fermento?
8. Cite algumas aplicações da fermentação na vida cotidiana.
9. O produto obtido, faz relação a uma fonte de energia não renovável?

Referências

IVANOV, R. C. Fermentação acética: abordando transformações químicas e bioquímicas. Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Comissão de Diplomação do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco, 2011.

LISBOA, J. C. (Org.). Química 3º Ano Ensino Médio. Ser Protagonista. São Paulo: Edições SM, 2010.

Apêndice 2





03

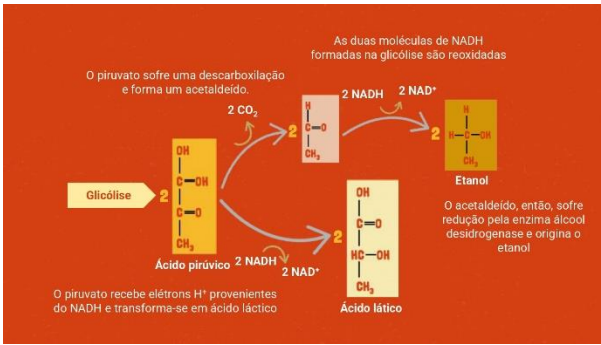
Fermentação

É um processo biológico no qual ocorre a conversão de carboidratos em álcool, ácido lático entre outros. Método antigo utilizado para preservar alimentos, melhorar o sabor e criar novos produtos

—IVANOV, 2011



- Tal processo ocorre sem a presença de oxigênio, ou seja, um processo anaeróbio;
 - Ocorre na célula, mais especificamente no citoplasma, com auxílio de enzimas;
 - Existem diferentes tipos de fermentação, em especial a alcoólica, a láctica, a butílica e a acética.
- 



Fermentação Alcoólica

Realizada por leveduras e bactérias, como a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, é responsável por transformar açúcares em álcool etílico, gás carbônico e ATP (adenosina trifosfato).

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2 + 2 ATP$

Glicose → Etanol

	Obtenção	Características	Aplicação
Lática	Bactérias lácticas consomem os açúcares e converte-os em ácido láctico	Confere sabor, textura e características de preservação aos produtos finais	Produção de alimentos fermentados, como iogurtes, queijo, pickles e chucrute
Acética	Transformação do álcool em ácido acético, realizado por determinadas bactérias acetificadoras	Confere alterações em bebidas e alimentos	Produção do vinagre e ácido acético industrial
Butírica	Formados a partir de carboidratos, como a lactose, na ausência de oxigênio por bactérias do chamadas <i>Clostridium butyricum</i>	Responsável pelo sabor característico da manteiga e alguns tipos de queijo	Indústria farmacêutica e alimentícia.

Outras aplicações

Meio ambiente

- Redução do desperdício de alimentos, convertendo alimentos que seriam descartados em novos alimentos, na produção de biocombustíveis ou no tratamento de resíduos orgânicos que poderiam poluir o ar ou a água.

Produção de vacinas

- Produção de vacinas por um processo de fermentação de insumos e conjugação de princípios ativos.

Biotecnologia

- Usada em processos biotecnológicos, como a produção de enzimas, hormônios e antibióticos.

Economia

Devido a sua ampla aplicação a fermentação desempenha um papel importante no desenvolvimento econômico e sustentável.



Indústria de alimentos e bebidas

Setor agrícola

Indústria farmacêutica

Energia renováveis

A química na cerveja e o processo de fermentação



Relatório da aula prática

Inicialmente, foi explicado no quadro, sobre o processo de fermentação. Os alunos buscaram no *google* explicações sobre a fermentação e montar, em duplas, um mapa conceitual sobre o tema. A fermentação é um processo biológico, realizado por alguns microrganismos como as leveduras, para produção de energia utilizada para o desempenho de suas funções biológicas. Tal processo ocorre sem a presença de oxigênio, ou seja, um processo anaeróbio (Lisboa, 2010). Esse processo sempre ocorre na célula, mais especificamente no citoplasma, com auxílio de enzimas. Existem diferentes tipos de fermentação, em especial a alcoólica, a láctea, a butílica e a acética. A fermentação alcoólica, realizada por leveduras e bactérias, como a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, é responsável por transformar açúcares em álcool etílico, gás carbônico e ATP (adenosina trifosfato). É a oxidação da glicose, parcialmente (IVANOV, 2011). Essa é principalmente usada para a fabricação de alimentos como o pão e de bebidas como a cerveja, vinho e destilados. Na reação, ocorre a transformação de açúcares em álcool etílico (etanol) e gás carbônico (CO₂).

O pesquisador explicou que para ocorrer, é necessária uma temperatura adequada, devido às condições da levedura. Acima de 55°C elas morrem, e em temperaturas mais baixas, elas “adormecem”. Entre 27°C a 32°C temos a temperatura ideal para sua reprodução. Acima de 35° ou perto do 27°, sua reprodução se acelera e favorece a produção de CO₂. As temperaturas ideais para o processo de produção industrial de etanol encontram-se entre 26 e 35°C.

Em seguida, os alunos foram convidados para irem ao Laboratório de Química e realizarem o experimento, com os objetivos de observar o processo de fermentação e os produtos formados; analisar as condições para que a fermentação ocorra. Utilizaram os seguintes materiais e ingredientes: 100g de açúcar; 2 colheres de chá; 2 colheres de sopa; 6 copos de plástico; proveta de 200ml; 100g de farinha de trigo; 30g de fermento biológico; banho de gelo.

O procedimento ocorreu da seguinte forma: 1- prepare uma dispersão de fermento, colocando 30g de fermento biológico e 120ml de água em um copo. Misture bem até ficar uniforme; 2- numere 5 copos de plástico e em cada um adicione 20 ml da dispersão de fermento; 3- no copo 1, adicione 2 colheres de chá rasas de farinha de trigo, misture bem com a dispersão de fermento, até homogeneizar. Após 15, 30 e 40 minutos, agite suavemente a mistura e anote

suas observações; 4- no copo 2, adicione 2 colheres de chá rasas de açúcar, misture bem com a dispersão de fermento, até homogeneizar. Após 15, 30 e 40 minutos, agite suavemente a mistura e anote suas observações; 5- nos copos 3 e 4 adicione, em cada um, 2 colheres de chá rasas de açúcar e 2 colheres de chá de farinha de trigo e misture bem até ficar uniforme. Imediatamente a seguir, coloque o copo número 4 no banho de gelo. Após 15, 30 e 40 minutos, agite suavemente a mistura e anote suas observações; 6- o copo 5 deverá conter apenas a dispersão de fermento. Após 15, 30 e 40 minutos, agite suavemente a mistura e anote suas observações.

Após a realização do experimento, os alunos observaram os resultados e responderam as seguintes questões: 1- Qual indício de que tenha ocorrido fermentação nos copos 1,2,3 e 4? 2- Equacione as reações que ocorrem nos copos 2, 3 e 4. 3- Qual é a finalidade do fermento para a reação? 4- Qual é o produto orgânico da fermentação alcoólica? 5- Foi observada alguma diferença nas reações que ocorreram nos copos 1, 2 e 3? 6- Por que o copo 4 foi colocado em banho de gelo? 7- Qual a necessidade de se preparar um copo apenas com a dispersão de fermento? 8- Cite algumas aplicações da fermentação na vida cotidiana. 9- O produto obtido, faz relação a uma fonte de energia não renovável? As respostas foram devidamente anotadas e entregues ao pesquisador.

Referências

IVANOV, R. C. Fermentação acética: abordando transformações químicas e bioquímicas. Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Comissão de Diplomação do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco, 2011.

LISBOA, J. C. (Org.). Química 3º Ano Ensino Médio. Ser Protagonista. São Paulo: Edições SM, 2010.