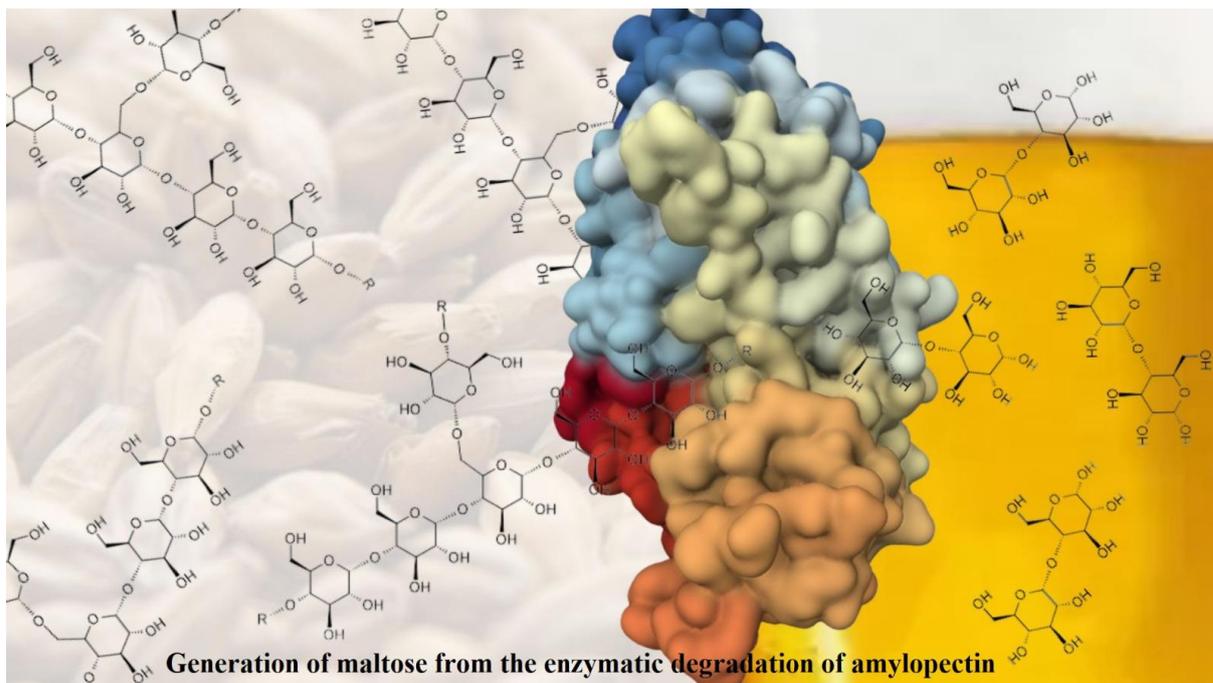


GRAPHICAL ABSTRACT



O TEMA CERVEJA ARTESANAL UTILIZADO PARA O ENSINO DE BIOQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO ATRAVÉS DA DEGRADAÇÃO ENZIMÁTICA DA CEVADA CERVEJEIRA

THE THEME BEER BARLEY OF BIOCHEMISTRY TEACHING THROUGH THE ENZYMATIC DEGRADATION OF BREWING BARLEY IN HIGH SCHOOL

Lucas Valadão Almeida de Almeida¹ e Juliano Souza Ribeiro^{1*}

¹Coordenadoria do Mestrado Profissional em Química – Profqui, Instituto Federal do Espírito Santo Campus Vila Velha, 29106-010 Vila Velha – ES, Brasil

*julianoribeiro@ifes.edu.br

Resumo: Neste trabalho foi utilizada a produção da cerveja, uma bebida conhecida e amplamente difundida, como agente promotor de conhecimento na área das ciências naturais, através de uma sequência didática a partir de experimentação, utilizando equipamentos de baixo custo e facilmente encontrados no mercado, atendendo as diferentes demandas e realidades das escolas brasileiras, tanto públicas quanto privadas, tendo como foco o desenvolvimento de habilidades conforme sugere a Base Nacional Comum Curricular - BNCC. O objetivo da experimentação foi, a partir de análises e comparações, compreender as estruturas químicas dos carboidratos, proteínas e enzimas e suas respectivas funções biológicas a partir da degradação enzimática do amido presente nos alimentos, utilizando como fonte de estudo a cevada cervejeira adquirida na forma de malte de cevada. Os resultados apresentados demonstram-se expressivos em relação à evolução dos estudantes frente ao objeto de conhecimento a ser desenvolvido e ao engajamento do processo de ensino para aprendizagem, fornecendo dados para que novas propostas de ensino de bioquímica para o ensino médio possam ser desenvolvidas.

Palavras-chave: malte de cevada; bioquímica; brassagem; carboidratos; enzimas.

Abstract: In this work, the production of beer, a well-known and widely disseminated drink, was used as a promoting agent in the field of natural sciences, through a didactic sequence based on experimentation using low-cost equipment easily found on the market while meeting the different demands and realities of Brazilian schools, both public and private, focusing on the development of skills as suggested by the Base National Common Curricular - BNCC. The objective of the experiment was, based on analyzes and comparisons, to understand the chemical structures of carbohydrates, proteins and enzymes and their respective biological functions based on the enzymatic degradation of the starch present in food, using brewing barley as a source of study acquired in the form of barley malt. The results are expressive in relation to the evolution of the students regarding the content worked. The group held a high engagement rate during the whole teaching-learning process. The results also provided data so that new biochemistry teaching proposals for may be developed for high school.

Keywords: barley malt; biochemistry; mashing; carbohydrates; enzymes.

1 INTRODUÇÃO

No ensino básico, o estudo dos conceitos bioquímicos pode ocorrer de maneira multidisciplinar, associando-se objetos de conhecimento em biologia e química. Os materiais didáticos utilizados no ensino médio para desenvolvimento das habilidades em química apresentam, como foco de estudo, as características, constituição estrutural e classificação científica de lipídeos, carboidratos e proteínas.

Na escola, de modo geral, os estudantes interagem com o conhecimento essencialmente acadêmico, principalmente através da transmissão de informações, supondo que estes, memorizando-as passivamente, adquiram conhecimento acumulado (BRASIL, 2000).

No artigo de revisão publicado por Júlio Lisboa (2015), sobre a

experimentação no ensino de química, elenca os temas/assuntos abordados nas atividades experimentais e evidencia a falta dela sobre conceitos que envolvem a bioquímica.

A implementação da Base Nacional Comum Curricular – BNCC, 2018 – constituiu um novo horizonte no processo ensino-aprendizagem, pautada no desenvolvimento de competências e habilidades, transformando o educando, de expectador, em indivíduo central do processo educacional. Essa transformação vem tentando modificar o cenário da educação básica.

[...] a BNCC indica que as decisões pedagógicas devem ser orientadas para o desenvolvimento de competências. Por meio da indicação clara do que os alunos devem “saber” (considerando a constituição de conhecimentos, habilidades, atitudes e

valores) e, sobretudo, do que devem “saber fazer” (considerando a mobilização desses conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho) [...] (BNCC, 2017. p. 13).

A estrutura proposta pela BNCC visa associar os conceitos teóricos que devem ser desenvolvidos pelos estudantes de forma que eles se tornem significativas na formação de um indivíduo apto a confrontar os desafios enfrentados na fase adulta.

O ensino por experimentação pode proporcionar o desenvolvimento das competências exigidas na BNCC fornecendo meios para que os estudantes desenvolvam o “saber fazer”. Segundo Giordan (1999), utilizar a experimentação como parte do processo de investigação auxilia na formação do pensamento e das atitudes do sujeito.

Gaudêncio *et. al.* (2023) realizaram uma revisão literária sobre as teorias de aprendizagem no ensino de Química elencando os principais autores que descreveram sobre as abordagens teóricas: (i) behaviorismo, (ii) cognitivismo e (iii) humanismo. Segundo este autor, as análises realizadas indicam que cada teoria representa um papel relevante na educação tendo um aumento significativo e colaboram para organização escolar, em busca de uma aprendizagem mais significativa.

Os conceitos químicos estudados no ensino médio, principalmente quando abordados de forma correlacionada a bioquímica, apresentam amplo caráter de abstração, exigindo do aluno níveis cognitivos complexos e forçando-os a transladarem entre os modos representacionais macroscópicos (tangíveis), microscópicos (intangíveis) e simbólicos (matemáticos) (GAUDÊNCIO *et. Al.*, 2023).

Os processos fermentativos, em geral, trazem uma possibilidade de visualização e até sensorial, fornecendo aos estudos dados tangíveis às suas concepções prévias, de modo a proporcionar informações que lhes permitirão desenvolver novos construtos, contribuindo para o desenvolvimento das habilidades.

Mais especificamente, o processo de fabricação de cerveja, em principal as etapas iniciais de transformação do amido presente no grão de cevada maltada em açúcar fermentescíveis (mosturação), podem proporcionar aos estudantes relações de conceitos, previamente concebidos, e novos conceitos da bioquímica em níveis mais complexos, tendo como foco principal: carboidratos, proteínas e enzimas.

A cerveja vem se apresentando como um tema muito atual no Brasil e no mundo, uma vez que o crescimento das chamadas “*Craft beer*”, ou cervejas artesanais apresentam uma produção aproximada de 2,9% no cenário brasileiro, com uma produção de 400 milhões de litros gerados por cervejarias artesanais independentes (CARVALHO, 2022).

Assim, este artigo visa apresentar uma sequência didática experimental, capaz de fornecer bases teóricas e práticas para os estudantes, fundamentadas nos pressupostos da BNCC, de modo a elevar os níveis de conhecimento sobre carboidratos, proteínas e enzimas, a partir do estudo da degradação enzimática do amido (amilose e amilopectina) presente na cevada cervejeira, essencialmente na forma de malte cervejeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

MALTE

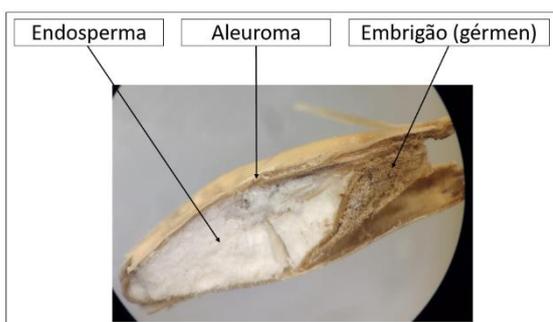
Muitos grãos podem ser malteados a fim de se tornarem matéria prima para produção de cerveja e outras bebidas alcólicas. O grão essencial utilizado para malteação e produção de cerveja é obtido da planta *Hordeum vulgare*, popularmente denominada cevada.

A cevada é uma planta gramínea que pertence à família Poaceae, Subfamília Pooideae, com origem na Mesopotâmia, com grande produção na Ásia, Europa e América do Norte. Sua introdução no Brasil se deu entre os anos 1920 e 1930, sendo o estado do Paraná o maior produtor do grão de cevada. É utilizado para alimentação e para diversos processos produtivos alimentares, principalmente na produção de bebidas fermentadas, (HORNINK, 2022).

O processo de malteação consiste em germinar o grão em ambiente com temperatura e umidade controladas seguida de secagem em baixa temperatura (MALLETT, 2021). A malteação é necessária para ativar enzimas que serão necessárias para que as conversões do amido e de algumas proteínas possam ocorrer, fornecendo nutrientes aos microrganismos, em especial levedura, que farão toda a mágica para transformar o mosto cervejeiro na bebida fermentada mais consumida no mundo.

A **Figura 1** apresenta um corte transversal de um grão de cevada indicando suas principais partes.

Figura 1: Anatomia do grão de cevada.



Fonte: autor.

CARBOIDRATOS

Os carboidratos são as biomoléculas mais abundantes da natureza. Segundo Lehninger (2014), a fotossíntese é responsável por converter 100 milhões de toneladas métricas de CO₂ e H₂O, por ano, em produtos vegetais. Em muitas partes do mundo, os carboidratos compõem o principal nutriente alimentar, sendo a

principal via de produção de energia das células não fotossintéticas.

Eles são poli-hidroxi aldeídos (aldoses) ou poli-hidroxi cetonas (cetoses), ou substâncias que as liberam quando hidrolisadas, sendo classificadas em: (i) monossacarídeos, (ii) dissacarídeos ou (iii) polissacarídeos e, alguns carboidratos, podem ainda apresentar átomos de nitrogênio, fósforo ou enxofre (NELSON; COX, 2014).

Os monossacarídeos são os compostos mais simples da classe dos carboidratos, não sofrendo hidrólise, e apresentando dois ou mais grupos hidroxila em cadeias que variam de três a sete carbonos. Quando em soluções aquosas predominam na forma cíclica com esqueletos de quatro ou mais carbonos. Na ciclização, um grupo hidroxila ataca o grupo aldeído ou cetona de duas possíveis formas gerando enantiômeros α (alfa) ou β (beta) (NELSON; COX, 2014).

Já os dissacarídeos são formados quando dois monossacarídeos se combinam covalentemente gerando uma ligação glicosídica, resultando em compostos denominados glicosídeos. Maltose, lactose e sacarose configuram-se como os principais dissacarídeos descritos nas literaturas (NELSON; COX, 2014).

Polissacarídeos são macromoléculas que unem muitas unidades de monossacarídeos, sendo raros os exemplos com grau de polimerização inferior a 100 unidades (FELLOWS, 2019). Os polissacarídeos constituem a maior parte dos carboidratos encontrados na natureza apresentando média ou elevada massa molecular.

Também denominados glicanos, podem ser divididos por sua constituição e classificados em homoglicanos, apresentando repetições do mesmo monossacarídeo ou, heteroglicanos, apresentando mais de um monossacarídeo em sua composição. Os glicanos podem apresentar cadeias ramificadas ou não ramificadas (DALA-PAULA, 2021).

O amido, um exemplo de homoglicano, pode ser encontrado em duas estruturas distintas (no malte de cevada): amilose e amilopectina. Ambas apresentam longas cadeias constituídas por unidades de glicose combinadas por ligações glicosídicas do tipo α -1,4 e se diferenciam pelo fato de uma apresentar cadeia linear não ramificada, no caso da amilose, enquanto a amilopectina apresenta cadeia ramificada, num intervalo estimado entre 15-30 unidades por ligação do tipo α -1,6 (DALA-PAULA, 2021).

A amilose apresenta grau de polimerização entre 500 e 2000 unidades monoméricas enquanto amilopectina se caracteriza pelo alto grau de ramificação apresentando cerca de 5 a 6% de ligações α -1,6. Ambas podem ser hidrolisadas pela enzima β -amilase no qual, para amilopectina, a enzima atua na porção linear produzindo cadeias residuais contendo pontos de ramificação e as ligações α -1,6 podem ser hidrolisadas pela enzima isoamilase, produzindo dissacarídeo maltose, enquanto a α -amilase hidrolise, ao acaso, ligações glicosídicas α -1,4, reduzindo a viscosidade do mosto (DALA-PAULA, 2021).

PROTEÍNAS

As proteínas são polímeros naturais de alta complexidade estrutural formadas por ligações peptídicas, podendo apresentar 21 diferentes aminoácidos primários desempenhando papel central nos sistemas biológicos. Devido a elevada complexidade de suas estruturas tridimensionais as proteínas desempenham incontáveis funções biológicas, sendo essencial à manutenção e funcionamento das células e organismos complexos (DAMODARAM, 2019).

Todas as proteínas são compostas pelo sequenciamento entre os 21 aminoácidos primários ou apenas parte deles. Sua síntese ocorre no ribossomo celular, ao receber informação do código

genético do indivíduo e aminoácidos primários (DAMODARAM, 2019).

As proteínas podem ser classificadas como: (i) catalisadores enzimáticos, (ii) proteínas estruturais, (iii) proteínas contráteis, (iv) hormônios, (v) proteínas transportadoras, (vi) anticorpos, (vii) proteínas de armazenamento e (viii) proteínas protetoras. As proteínas de armazenamento agem como fonte de nitrogênio e aminoácidos para germinação de sementes e embriões (DAMODARAM, 2019).

Para que se configure uma proteína é necessário que os aminoácidos que compõem o polipeptídeo exerçam interações entre aminoácidos distintos, gerando conformações cada vez mais complexas variando entre estruturas: (i) primárias, (ii) secundárias, (iii) terciárias e (iv) quaternárias (DAMODARAM, 2019).

As estruturas primárias ocorrem por meio das ligações peptídicas, também denominadas amida substituída, gerando uma sequência linear de aminoácidos primários. A sequência de aminoácidos atua como um código que definirá as demais estruturas e, finalmente, a função biológica da proteína (DAMODARAM, 2019).

Os aminoácidos que compõem o polipeptídeo interagem entre si, conforme características de sua estrutura, efetuando interações intermoleculares gerando novas conformações tridimensionais denominadas: α -hélice e β -pregueada, compondo estruturas secundárias ao polipeptídeo (DAMODARAM, 2019).

O enovelamento das conformações primárias e secundárias do polipeptídeo gera estruturas terciárias e, a interação entre as subunidades de proteínas com múltiplas unidades ou grandes associações de proteínas, constitui a estrutura quaternária, caracterizando as proteínas (NELSON; COX, 2014).

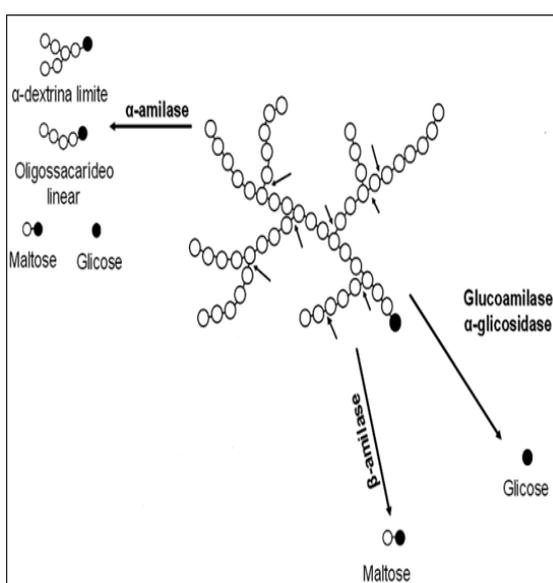
ENZIMAS

Definido por Wilhelm Friedrich Kühne, em 1878, do grego *enzyme*, que significa “na levedura”, as enzimas são, de modo geral, proteínas que apresentam ação catalítica em diferentes tipos de reações bioquímicas, sendo sensíveis as alterações do meio que podem desnaturar/romper sua organização estrutural (DALA-PAULA, 2021).

As enzimas possuem centro/sítio ativo, que podem apresentar estrutura de fenda ou cova profunda, capaz de interagir com o substrato, rompendo ligações em pontos específicos e de forma seletiva (**Figura 2**). O substrato, ao se acomodar no sítio ativo, gera um intermediário ativado denominado complexo enzima-substrato (DAMODARAM, 2019).

Na formação do complexo enzima-substrato pode ocorrer uma reconformação estrutural da enzima e, ainda, pode depender de outras estruturas, denominadas coenzimas/cofatores ou íons ativadores, tendo sua conformação regenerada após formação do produto.

Figura 2: Representação esquemática da ação das enzimas envolvidas na degradação do amido.



Fonte: adaptado de Oliveira (2017).

3 PROCESSOS METODOLÓGICOS/MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa envolveu a presença de 53 alunos da 3ª do Ensino Médio, em escola particular situada em bairro de classe média da cidade de Vitória/ES que atende a público socioeconomicamente heterogêneo.

A sequência didática experimental ocorreu de forma híbrida, intercalando momentos em sala de aula e momentos em sua residência ou ambiente próprio, como meio formativo no processo de ensino para aprendizagem destes estudantes.

Inicialmente, antes da aplicação da experimentação, utilizou-se um questionário *on-line* contendo cinco questões discursivas sobre carboidratos, proteínas e enzimas, desenvolvida pelo próprio autor, com a intenção de diagnosticar os conceitos prévios dos estudantes. Após realização da prática experimental, o mesmo questionário foi aplicado, fornecendo dados para análise do professor, na identificação das compreensões dos estudantes.

Quadro 1: Perguntas utilizadas no questionário.

Pergunta 1:	“Escreva ao menos dois alimentos, não industrializados, ricos em carboidratos e dois ricos em proteínas.”
Pergunta 2:	“Diferencie a função biológica dos carboidratos, proteínas e enzimas.”
Pergunta 3:	“Explique como os carboidratos são produzidos e quais os fatores que estão relacionados.”
Pergunta 4:	“Explique como se forma uma proteína.”
Pergunta 5:	“Diferencie proteínas de enzimas.”

Fonte: autor.

Para que os alunos pudessem desenvolver habilidades em relação ao processo de malteação, cada aluno recebeu uma pequena quantidade (aproximadamente 10 gramas) de grãos de alpiste “*Phalaris canarienses*”, comercializado em mercados e/ou lojas especializadas em produtos animais, para procederem o processo de germinação em casa. Após germinação, aproximadamente quatro dias, os grãos foram levados para escola e secos em chapa de aquecimento com rotação magnética, utilizando um bêquer de 2 litros, mantendo temperatura aproximada de 45 °C por 6 horas.

O processo de mosturação, foi realizado na unidade de ensino de forma coletiva devido a insuficiência de instrumentos para realização em pequenos grupos, utilizando-se o malte tipo Pale Ale comercializado pela Cooperativa Agrária malte, sem a realização do processo de fermentação, pois o foco do estudo limita-se à conversão dos amidos presentes no grão de cevada maltado em açúcares fermentescíveis.

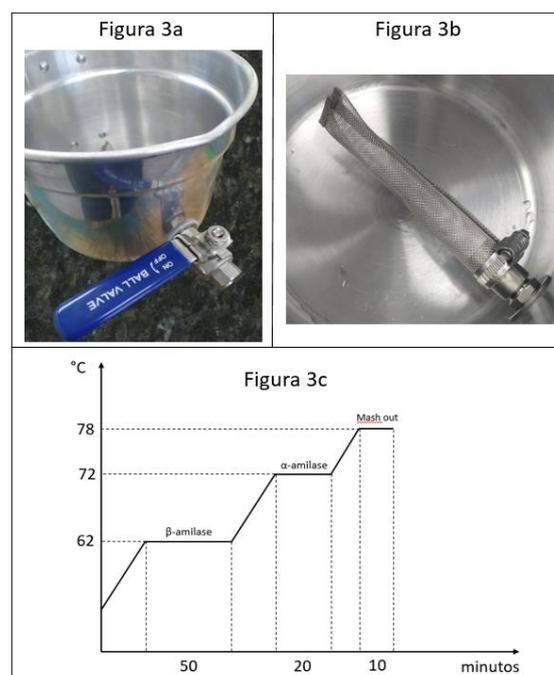
No preparo da mistura foram utilizados 0,2 kg de malte tipo Pale Ale e água filtrada numa proporção aproximada de 3,25:1, utilizando 0,65 litros de água primária (volume utilizado para formação do mosto) e 0,5 litros de água secundária (volume utilizado para lavar o mosto final o durante processo de filtragem).

No início e no fim da mosturação foram realizados testes de detecção de amido utilizando-se tintura de iodo 2% como forma de evidenciá-lo. No início do processo, deve ser percebida a presença e, ao final, deve ser percebida a ausência do mesmo no mosto cervejeiro. Além disso, análises de refração de luz, utilizando um refratômetro Brix 0-32% açúcar, marca RZ, também foram realizadas.

Ainda para o processo de mosturação foi confeccionado, de forma artesanal, pelo grupo de pesquisa envolvido, um mini reator (ou mini panela

cervejeira) utilizando-se uma panela de alumínio de 2,3 litros contendo um registro de esfera de ½ polegada em aço inox 304 e uma bazuca de tela inox 304, malha 18 e fio 0,35 (**Figura 3a**). Durante a mosturação utilizou-se uma rampa de temperatura (**Figura 5c**) simples mantendo duas paradas em temperatura fixa, sendo, uma em 62 °C durante 50 minutos (beta amilase), uma em 72 °C (alfa amilase) durante 20 minutos e *mash out* (inativação das enzimas) em 78 °C por 10 minutos.

Figura 3: (a) mini panela cervejeira utilizada para mosturação; (b) bazuca utilizada para filtragem do mosto; (c) rampa de sacarificação simplificada.



Fonte: autor.

Para confecção da mini panela cervejeira realizou-se um furo na parte inferior da panela mantendo a menor distância possível em relação ao fundo interno com uma broca cônica escalonada de 4-32 mm. Para acoplamento do registro foram utilizados anéis de borracha interno e externo para perfeita vedação. A bazuca (**Figura 3b**) foi confeccionada utilizando um cano de pvc marrom de ½” (20 mm) como molde. Em uma das pontas procedeu-se a dobradura da tela, fechando e

impedindo a entrada de resíduos sólidos grosseiros e, na outra extremidade, adicionou-se uma luva de aço inox 304 com rosca interna e um “nipple” de aço inox 304 com rosca externa (macho) compatível com registro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A habilidade EM13CNT203 da BNCC – “Avaliar e prever efeitos de intervenção nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferência de energia” (BRASIL, 2018) – pôde ser desenvolvida investigando as propriedades e características dos carboidratos, proteínas e enzimas atuantes durante processo de sacarificação, contextualizando e dando significado aos objetos de conhecimento teóricos.

Como nesta etapa do ensino os alunos não tiveram contato com esses objetos de conhecimento pelo viés químico, tendo estudado sobre essas classes de substâncias apenas nas aulas de ciências durante sua passagem pelo ensino fundamental e pelo viés biológico nos anos iniciais do ensino médio, foi possível verificar que os estudantes apresentaram dificuldades em concatenar os conhecimentos prévios de forma a inferir explicações mediante uma perspectiva química.

Para investigação sobre degradação enzimática dos amidos e elaboração de ideias capazes de descrever sobre a formação ou liberação de açúcares fermentescíveis e, para comparar a eficiência da ação enzimática e sua ativação, foi mantido um mosto padrão de comparação (MPC), elaborado com as mesmas quantidades/relações de malte tipo Pale Ale/água e mantido sob temperatura ambiente por tempo equivalente.

Através dos questionamentos prévios realizados pelo professor antes do

experimento pode-se identificar os conhecimentos já existentes dos estudantes e comparar as respostas apresentadas posteriormente à experimentação. O **quadro 2** apresenta as respostas criadas pelos estudantes antes dos estudos propostos nesta experimentação.

Quadro 2: Respostas dos estudantes ao questionário diagnóstico.

Resposta 1:	“Macarrão e batata ricos em carboidratos e frango e peixe rico em proteína.”
Resposta 2:	“Carboidrato é usado pra dar energia e a proteína pra construir as células.”
Resposta 3:	“A fotossíntese produz glicose e oxigênio e usa luz do sol.”
Resposta 4:	“Proteína se forma no ribossomo juntando aminoácidos.”
Resposta 5:	“Não sei o que é enzimas.”

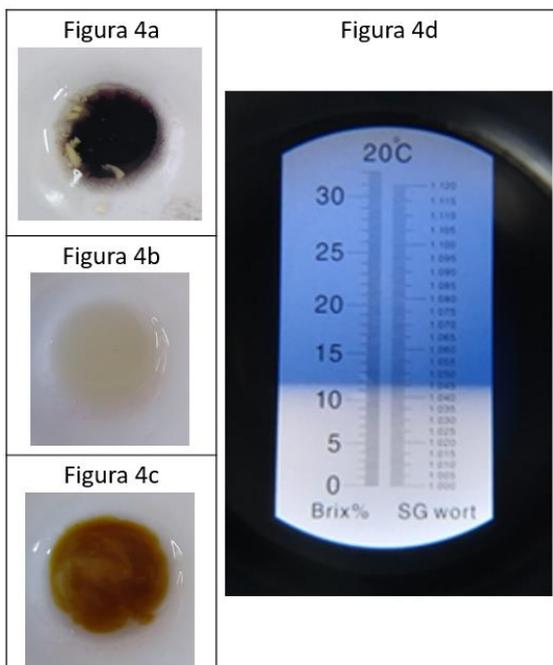
Fonte: autor.

Com intuito de apresentar dados concretos aos estudantes foi realizado teste sensorial, através do sentido paladar, com a mistura malte/água. A mistura inicial apresenta sabor ruim sem ser adoçado. Após sacarificação os estudantes realizaram novo teste sensorial utilizando o mosto preparado que passa a apresentar sabor adoçado.

Além da análise sensorial, os estudantes realizaram teste de gravidade específica (*SG Wort*), utilizando refratômetro, com a mistura (Figura 4d) para determinação da presença de açúcares dissolvidos. Quando presentes, os açúcares modificam a refração da luz e seus valores são diretamente proporcionais a concentração da solução, quanto maior a gravidade específica, maior a refração da luz, maior a concentração de açúcares.

Outro experimento importante e ainda muito utilizado na indústria cervejeira é o teste de presença de amido (SENAI, 2014). Para isso utiliza-se de uma tintura de iodo 2% facilmente encontrada em farmácias e mercados. Neste teste, retirou-se uma pequena amostra do mosto no início da sacarificação e pós sacarificação. A alíquota inicial, ou seja, antes de iniciar o processo de sacarificação apresentou coloração violeta escura constatando a presença de amido (amido em contato direto com tintura de iodo apresenta coloração violeta escura) (**Figura 4a**) enquanto a alíquota final (obtida quase 2 horas depois), pós sacarificação, apresentou-se apenas com a cor do iodo (**Figura 4c**) indicando ausência do amido.

Figura 4: (a) teste de iodo na mistura inicial malte/água constando cor violeta escuro e presença de amido; (b) mosto filtrado; (c) mosto filtrado com tintura de iodo indicando ausência de amido; (d) gravidade específico (*SG Wort*) do mosto filtrado.



Fonte: autor.

Para efeito de comparação e uma forma de incentivar os estudantes a discutirem os fenômenos relacionados nas transformações, os mesmos testes foram

realizados no MPC, fornecendo dados aos estudantes. O teste de iodo foi positivo ao fim do tempo de mosturação no MPC e os valores de *SG Wort* não apresentaram mudanças. Estas análises e debates desenvolvidos ao longo das análises proporcionaram aos estudantes meios para responder novamente o questionário previamente aplicado e suas respostas comparadas, na busca de compreender o diferencial entre aplicação da experimentação e ensino tradicional.

O **quadro 2** apresenta as respostas frente à segunda resolução do questionário aplicado como diagnóstico.

Quadro 2: Respostas dos estudantes frente a segunda aplicação do questionário.

Resposta 1:	“grãos e sementes são ricos em carboidratos e possuem quantidade considerável de proteínas.”
Pergunta 2:	“Os carboidratos são usados como reserva de energia, as proteínas apresentam diversas funções e depende da complexidade de sua estrutura podendo até atuar como enzima que fará as reações acontecerem.”
Pergunta 3:	“Carboidratos são produzidos pelas plantas que transformam água e gás carbônico em diferentes carboidratos, mas, principalmente a glicose.”
Pergunta 4:	“Para formar uma proteína é necessário a formação de polipeptídios unindo aminoácidos, que irão se enrolar por causa das interações intermoleculares até gerar uma estrutura tridimensional muito complexa.”

Proteínas 5:	“Enzimas são proteínas que aceleram as reações químicas atuando como catalisadores biológicos.”
--------------	---

Fonte: autor.

As respostas apresentadas pelos estudantes apoiam as ideias de Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) que afirmam que os experimentos, quando bem trabalhados, auxiliam os alunos a compreenderem os fenômenos naturais e buscar soluções para situações-problemas reais que estão diretamente relacionados à sua realidade.

5 CONCLUSÕES

O uso da experimentação contribui significativamente para o desenvolvimento de novas habilidades para os estudantes fornecendo práticas epistêmicas ao processo de ensino-aprendizagem, gerando maior engajamento e contribuindo para uma formação integral mais consolidada e significativa.

A utilização de recursos de baixo custo e facilmente encontrados no mercado e as adaptações realizadas/realizáveis fornecem aos professores/formadores subsídios capazes de alavancar o interesse dos estudantes pela pesquisa, pela ciência e, principalmente, pela disciplina de química, disciplina esta, que apresenta elevado índice de rejeição por parte dos estudantes, sendo um fator preponderante para que haja baixo rendimento educacional nesta área de estudo.

Cabe salientar, que os conteúdos abordados no referido trabalho, muitas vezes são vistos de maneira superficial, nas escolas (em especial nas públicas), sendo considerados como difíceis ou até mesmo muito difíceis pelos estudantes.

Dessa forma, conclui-se que a abordagem proposta neste artigo proporciona aos estudantes um viés mais prático em sua rotina de estudo, contribuindo significativamente para uma mudança de ideias pré-concebidas em

relação a disciplina de química, influenciando positivamente e tornando mais dinâmico o processo de ensino e aprendizagem.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Análise de Cervejas e Matérias Primas (LACEMP), ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) - campus Vila Velha.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acesso em: 08 jun. 2023.

CARVALHO, B. S.; **Impacto do aumento no número de cervejarias artesanais sobre o mercado de cervejas comerciais nacional**. Monografia (Bacharel em Economia). Uberlândia, MG. Universidade Federal de Uberlândia, 2022. 70p. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/35736/1/ImpactoAumentoN%C3%BAmero.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2023.

DALA-PAULA, B. M. *et al.* **Química e bioquímica de alimentos**. Alfenas, MG. ed. Universidade Federal de Alfenas, 2021. 250p.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema** – 5 ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2019, p.180-340.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2019, 922p.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Revista Química Nova na**

Escola, v. 32, n. 2, p. 101-106, mai., 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/08-PE-5207.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2023.

GAUDÊNCIO, J. *et al.* Teorias de Aprendizagem no Ensino de Química: uma revisão de literatura a partir de artigos da revista Química Nova na Escola. **Revista Química Nova na Escola**. v. 45, nº 2, p. 152-164, Maio. 2023. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/prelo/CP-35-21.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2023.

HORNINK, G. **Princípios da produção de cerveja e as enzimas na mosturação**. Alfenas: Unifal-MG, 2022.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

LISBÔA, J. **QNEsc e a Seção da Experimentação no Ensino de Química**. Revista Química Nova na Escola, v. 37, nº Especial 2, p. 198-202, Dez. 2015. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_especial_2/16-EEQ-100-15.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2023.

MALLETT, J. **Malte: um guia prático do campo à cervejaria**. 1. ed. Porto Alegre, RS: Editora Krater, 2021.

OLIVEIRA, A. C. G. de. **Seleção de fungos filamentosos com atividade**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas). Ilha Solteira-SP: Universidade Estadual Paulista, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/156871/000905211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 04 ago. 2023.

SENAI. Departamento Regional do Estado do Rio de Janeiro. **Tecnologia cervejeira**. Centro de Tecnologia SENAI alimentos e bebidas – Rio de Janeiro 2014. 284 p. CDD 663.42. p.89-105.