

## AS LEVEDURAS BORBULHANTES: UM EXPERIMENTO SIMPLES E DE BAIXO CUSTO PARA DESVENDAR A AÇÃO DA ENZIMA CATALASE NA BIOLOGIA

### BUBBLY YEAST: A SIMPLE AND LOW-COST EXPERIMENT TO DISCOVER THE ACTION OF THE ENZYME CATALASE IN BIOLOGY

Tiago Maretti Gonçalves<sup>1</sup>

**RESUMO:** Desde a invenção do primeiro microscópio no século XVI, pelo holandês Zacharias Janssen o mundo celular tem evoluído cada vez mais, mostrando-nos um universo fascinante, dotado de múltiplos processos, onde moléculas e diversos componentes químicos e biológicos interagem entre si. A Biologia Celular é uma das áreas mais fascinantes da Biologia, dedicada ao estudo das células, seus componentes e processos metabólicos. No entanto, a complexidade dos processos microscópicos e a falta de recursos adequados em muitas escolas tornam o ensino dessa disciplina um desafio. Para contornar essa dificuldade e despertar o interesse dos alunos, propomos uma aula experimental prática e acessível, focada na ação da enzima catalase nas leveduras, utilizando materiais caseiros e de baixo custo. Como metodologia, os alunos serão convidados a vivenciarem uma aula experimental com duração média de duas aulas, utilizando-se como insumos materiais descartáveis como copos transparentes, sachets de fermento biológico seco instantâneo, água oxigenada ou peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$  à 3%) e uma fonte de calor (fogão ou micro-ondas). Como principal resultado vivenciado por meio da aula prática proposta, os alunos irão perceber que apenas o tratamento contendo água, água oxigenada ( $H_2O_2$ ) e leveduras (fermento biológico) irá reagir, permitindo-se observar a reação de decomposição da enzima catalase presente nas células das leveduras, formando oxigênio (bolhas), água e energia. Já o tratamento onde foi administrado água fervente nada ocorrerá, devido a desnaturação enzimática pelo calor e morte das leveduras. Assim, esperamos que o envolvimento dos alunos e a mediação do professor possam desencadear momentos ricos de aprendizagem, facilitando a contextualização do assunto abordado além de permitir aguçar o ato de fazer Ciência, elaborando e respondendo hipóteses. Ao final da atividade, como método avaliativo, poderá ser solicitado aos alunos a confecção de um relatório, diagnosticando a aprendizagem e sanando possíveis dúvidas.

2678

**Palavras-chaves:** Aula prática. Ensino de Biologia. Catalase. Peroxissomos. Peróxido de Hidrogênio.

**ABSTRACT:** Since the invention of the first microscope in the 16th century, by the Dutchman Zacharias Janssen, the cellular world has evolved more and more, showing us a fascinating universe, endowed with multiple processes, where molecules and various chemical and biological components interact with each other. Cell Biology is one of the most fascinating areas of Biology, dedicated to the study of cells, their components and metabolic processes. However, the complexity of microscopic processes and the lack of adequate resources in many schools make teaching this subject a challenge. To overcome this difficulty and spark students' interest,

<sup>1</sup> Doutor em Ciências (Genética Evolutiva e Biologia Molecular), UFSCar – SP.

we propose a practical and accessible experimental class, focused on the action of the catalase enzyme in yeast, using homemade, low-cost materials. As a methodology, students will be invited to experience an experimental class lasting an average of two classes, using disposable materials such as transparent cups, sachets of instant dry yeast, hydrogen peroxide or hydrogen peroxide (3%  $H_2O_2$ ) and a heat source (stove or microwave). As the main result experienced through the proposed practical class, students will realize that only the treatment containing water, hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ) and yeast (biological yeast) will react, allowing them to observe the decomposition reaction of the catalase enzyme present in yeast cells forming oxygen (bubbles), water and energy. In the treatment where boiling water was administered, nothing will happen, due to enzymatic denaturation by heat and death of the yeasts. Thus, we hope that the involvement of students and the mediation of the teacher can trigger rich moments of learning, facilitating the contextualization of the subject covered in addition to allowing the act of doing Science to be sharpened, developing and responding to hypotheses. At the end of the activity, as an evaluation method, students may be asked to prepare a report, diagnosing learning and resolving possible doubts.

**Keywords:** Practical class. Teaching Biology. Catalase. Peroxisomes. Hydrogen peroxide.

## INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, com o advento da criação do primeiro microscópio óptico em 1595 pelo holandês Zacharias Janssen, além dos cientistas Robert Hooke e Antonie Van Leeuwenhoek que contribuíram significativamente para a observação das células (Brancahã; Cavéquia, 2020), a Biologia Celular alcança uma era moderna, com aparelhos potentes capazes de observar com plenos detalhes a vida ao nível celular.

No século XIX, Mathias Scheiden e Theodor Schwann, propuseram a “Teoria Celular” enunciando que todos os seres vivos são formados por células, que esta é a unidade da matéria mais simples capaz de ter vida, além de que todos os organismos se originam de outras células preexistentes mantendo uma relação de parentesco com as células iniciais (Reece et al., 2015).

No Ensino médio, “a Biologia é uma área do conhecimento em que os estudantes apresentam grandes dificuldades para a fixação do conteúdo” (Silva et al., 2024, p.4084) sendo de modo geral, permeada por uma carga massiva de teoria, nomes técnicos científicos (Krasilchik, 2019) e processos metabólicos microscópicos que devem ser muito bem contextualizado. Somado a isso, muitas escolas que ofertam o ensino médio hoje no país não possuem um laboratório de Ciências ou Biologia equipado, sendo um percalço para a despertar a motivação nos discentes. Este dado preocupante é ressaltado na literatura, por meio dos dados do Censo Escolar e do Sistema de Avaliação da Educação Básica, obtidos através da plataforma do Portal QEdU (2024), revelando que apenas pouco mais de 12% das instituições educacionais (22.121 escolas) possuem um laboratório de Ciências ou Biologia equipados e disponíveis para o seu uso. Assim, essa

defasagem estrutural dificulta ao professor propor e aos alunos, vivenciarem a experimentação, levando a um certo desinteresse na aprendizagem dos discentes, tornando um obstáculo para um ensino de melhor qualidade. Outro problema histórico é a desmotivação docente, frente a falta de valorização profissional. Neste sentido, Paula et al., (2022, p. 374), relatam que:

Ademais, nota-se que a profissão docente em nossos dias tem sido uma profissão pouco atrativa, visto que, além da falta de valorização por parte do Estado, não é garantido sequer os direitos mínimos para que o professor possa ir em busca de atuações motivadoras em sala de aula, ou seja, a desvalorização do docente inicia na sua remuneração Paula et al., (2022, p. 374).

Com o objetivo de superarmos todas essas lacunas e obstáculos, o professor necessita implementar em sala de aula metodologias alternativas de ensino, permitindo despertar no aluno o interesse e facilitar o processo de aprendizado, tornando o ato de aprender uma tarefa prazerosa e instigante. Assim, as aulas experimentais entram como coadjuvantes no contexto pedagógico escolar, permitindo ao professor adaptar e utilizar materiais simples e de baixo custo, não necessitando necessariamente a existência de um laboratório físico de Biologia ou Ciências equipado com materiais sofisticados (Gonçalves; Yamaguchi, 2024).

Neste mesmo íterim, Nascimento, Oliveira e Costa (2022, p. 10) ressaltam que é de grande importância “[...] que o docente busque alternativas viáveis para a realização de aulas práticas durante sua *práxis* docente, mesmo que a maioria das escolas públicas encontrem-se em estado precário em relação a materiais e laboratórios”.

Na literatura o ato da experimentação é encarado como uma modalidade didática muito proveitosa contribuindo significativamente para a aprendizagem dos alunos assim, a autora Interaminense (2019, p. 346) defende que:

As aulas práticas e/ou aquelas experimentais, representam uma modalidade didática de grande importância. Nestes casos os educandos passam acompanhar uma prática à partir das hipóteses e ideias observadas em sala de aula acerca dos fenômenos naturais ou tecnológicos do cotidiano. Com as aulas práticas e experimentais, tem-se uma expectativa maior de que este possa construir um conhecimento bem mais significativo. (Interaminense, 2019, p. 346).

Neste âmbito, Almeida (2012, p. 148), ressalta que:

A realização de atividades práticas também pode aumentar em muito algumas habilidades dos estudantes, como realizar medidas, solucionar problemas passíveis de resolver de maneira experimental e comunicar resultados através de laboratórios. (Almeida, 2012, p. 148).

As aulas experimentais são capazes de permitir a aplicação dos conceitos vivenciados nas aulas teóricas, facilitando a aprendizagem do tema que está sendo trabalhado pelo docente propiciando a discussão e a proposição de hipóteses, despertando a ótica da experimentação

científica dos alunos (Gonçalves, 2021a; 2021b), além de desenvolver um vocabulário científico, aprendendo novos conceitos estimulando o aprendizado e o interesse do aluno (Valdivieso-Rivera, Aalmeida, Proaño-Bolaños, 2022; Modernbio, 2024).

Assim, o principal objetivo deste trabalho é facilitar e promover o interesse dos alunos na disciplina de Biologia, com a proposta de uma aula experimental com a temática da ação da enzima catalase em leveduras (fungos), utilizando-se materiais simples, alternativos e de baixo custo aos alunos do primeiro ano do ensino médio na disciplina de Biologia.

Pela vivência dessa aula prática, os alunos irão compreender os aspectos da Biologia celular relacionados as organelas dos peroxissomos, e a ação da enzima catalase sendo capaz de metabolizar o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), transformando-o em moléculas não tóxicas como o oxigênio, água e calor, além de trabalhar a parte de Bioquímica com o conteúdo de desnaturação proteica das enzimas (catalase) pelo calor.

## METODOLOGIA

Tendo seus resultados analisados sobre uma ótica qualitativa, este artigo é caracterizado como um produto educacional, sendo proposto para ser realizado em duas aulas de 50 minutos cada aos alunos do primeiro ano do Ensino médio, na disciplina de Biologia. Abaixo, segue os materiais necessários (Figura 1) para a condução da atividade proposta bem como o seu passo a passo.

2681

### Materiais necessários

- Copos plásticos descartáveis;
- Sachet de fermento biológico seco instantâneo (facilmente adquirido em supermercados);
- Água oxigenada ou Peróxido de Hidrogênio ( $H_2O_2$  - 3%, adquirido em farmácias);
- Copo graduado ou seringa de plástico descartável (pode ser adquirida em farmácias);
- Colher de chá;
- Fonte de calor (fogão, micro-ondas ou chaleira elétrica para fervura da água);
- Caneta marcadora.

### Condução da atividade prática

A proposta educacional pode ser realizada em grupos de no máximo três alunos. Por meio da explicação prévia do professor, os alunos irão montar o experimento seguindo o quadro a

seguir. Após a realização do experimento, solicitar aos alunos que anotem as reações observadas no caderno.

**Quadro 1.** Montagem dos tratamentos do experimento vivenciado.

Tratamentos	Montagem experimental
Tratamento 1 (Controle).	20 mL de água + 1 colher de chá de fermento biológico seco instantâneo.
Tratamento 2.	20 mL de água + 20 mL de água oxigenada (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) + 1 colher de chá de fermento biológico seco instantâneo.
Tratamento 3*	20 mL de água quente fervida previamente + 20 mL de água oxigenada (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) + 1 colher de chá de fermento biológico seco instantâneo.
<p>*Por utilizar água fervente, é aconselhável que o professor já tenha fervido a água previamente, por meio do uso do fogão da escola, do micro-ondas ou de uma chaleira elétrica. Evitando-se assim possíveis acidentes.</p>	

2682

Fonte: Autor (2024).

Além da entrega de um relatório com os resultados e discussões observado pelos alunos, o professor também pode sugerir a resolução de uma lista de questões, que encontra-se logo abaixo, com o objetivo de potencializar a aprendizagem dos alunos. É aconselhável que o docente recorte e imprima a lista a seguir, disponibilizando-a para a turma. Na figura 2, está disposto a chave de correção com as respostas esperadas.

**Figura 1.** Lista de exercícios proposta. (Recortar e imprimir).

## **AS LEVEDURAS BORBULHANTES: UM EXPERIMENTO SIMPLES E DE BAIXO CUSTO PARA DESVENDAR A AÇÃO DA ENZIMA CATALASE NA BIOLOGIA**

### **LISTA DE EXERCÍCIOS**

Alunos(as): \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

1. Qual a importância do tratamento controle em um experimento científico? Qual dos três tratamentos vivenciados no experimento é o controle? Justifique sua resposta.
2. Explique a reação ocorrida no tratamento 2, qual a explicação plausível para a liberação das bolhas que foram visualizadas?
3. No último tratamento, não foi possível observar nenhuma reação. Explique o motivo dessa situação observada.
4. João, ao machucar o joelho, deparou-se com um corte. Sua mãe o aconselhou colocar sob o ferimento, algumas gotas de água oxigenada ( $H_2O_2$ ). Logo que João gotejou esse produto, ele observou algumas bolhas saindo de seu machucado. Explique sob a ótica da Biologia e o que foi visto no experimento o porquê dessa reação?
5. Quando uma enzima é submetida a altas temperatura, ela pode desnaturar-se. Qual a implicação desse fenômeno na atividade catalítica dessa enzima? Em qual tratamento vivenciado observamos esse fenômeno? Explique.
6. Qual a importância das organelas “peroxissomos” nos seres vivos? Como ela se relaciona com o experimento vivenciado em sala de aula? Explique.
7. Escreva a reação química que ocorre no tratamento 2 logo que foi gotejada a água oxigenada ( $H_2O_2$ ) no fermento biológico seco instantâneo? Na sua resposta indique o substrato, a enzima e os produtos. Sob a ótica da Química, essa reação que ocorre, caracterizada como sendo é endotérmica ou exotérmica? Explique.

## AS LEVEDURAS BORBULHANTES: UM EXPERIMENTO SIMPLES E DE BAIXO CUSTO PARA DESVENDANDAR A AÇÃO DA ENZIMA CATALASE NA BIOLOGIA

### RESPOSTAS DA LISTA DE EXERCÍCIOS (USO DO PROFESSOR)

1. A importância do tratamento controle em um experimento científico está relacionado com a possibilidade de comparação dos resultados obtidos, além de verificar possíveis erros ou interferências externas, viabilizando maior confiança e exatidão nos resultados obtidos. O tratamento controle é o experimento número 1, pois nenhuma interferência foi observada.

2. Ao adicionar-se água oxigenada no tratamento contendo água e o fermento (leveduras), ocorreu o desprendimento de oxigênio (bolhas observadas), além da produção de água e energia. Esse fenômeno, foi possível por meio da ação da enzima catalase presente nas organelas peroxissomos das leveduras que é uma peroxidase, capaz de decompor a água oxigenada.

3. Nenhuma reação foi observada no tratamento 3, devido a desnaturação da enzima catalase provocada pela adição da água fervente. Altas temperaturas inativaram a enzima, alterando sua forma, perdendo assim sua função catalítica.

4. Essa reação é semelhante com a que foi observada no tratamento 2 do experimento efetuado em sala de aula. Ao gotejarmos água oxigenada ( $H_2O_2$ ) sob um machucado, a enzima catalase presente nos peroxissomos das células dos tecidos lesionados, irão decompor esse produto, gerando oxigênio, água e energia. As bolhas observadas desprendendo-se do machucado é justamente um dos produtos dessa reação de decomposição da água oxigenada pela catalase, ou seja, o oxigênio.

5. A principal implicação é a sua perda de função catalítica. Observamos este fenômeno no tratamento 3 ao adicionarmos água fervente, assim, a água fervente estando em uma elevada temperatura irá desnaturar a enzima catalase nas leveduras, impossibilitando a decomposição da água oxigenada ( $H_2O_2$ ), e nenhuma reação acontece.

6. A organela peroxissomo desempenha um papel vital nas células dos seres vivos, detoxificando-a. Ou seja, essa organela possui enzimas da classe das peroxidases (a enzima catalase por exemplo), que decompõe a água oxigenada ( $H_2O_2$ ) que é tóxica aos seres vivos, em oxigênio, água e energia. Ela se relaciona pois é uma organela presente nos seres vivos, inclusive nas leveduras (fermento) que possui a capacidade de decompor a água oxigenada em produtos inofensivos (fenômeno observado no tratamento 2).

7. (Substrato)  $H_2O_2$   (Produtos)  $O_2 + H_2O + Energia$

Sob a ótica da Química, a reação acima é caracterizada como sendo exotérmica, pois ocorre o desprendimento de energia, na forma de calor ou ATP.

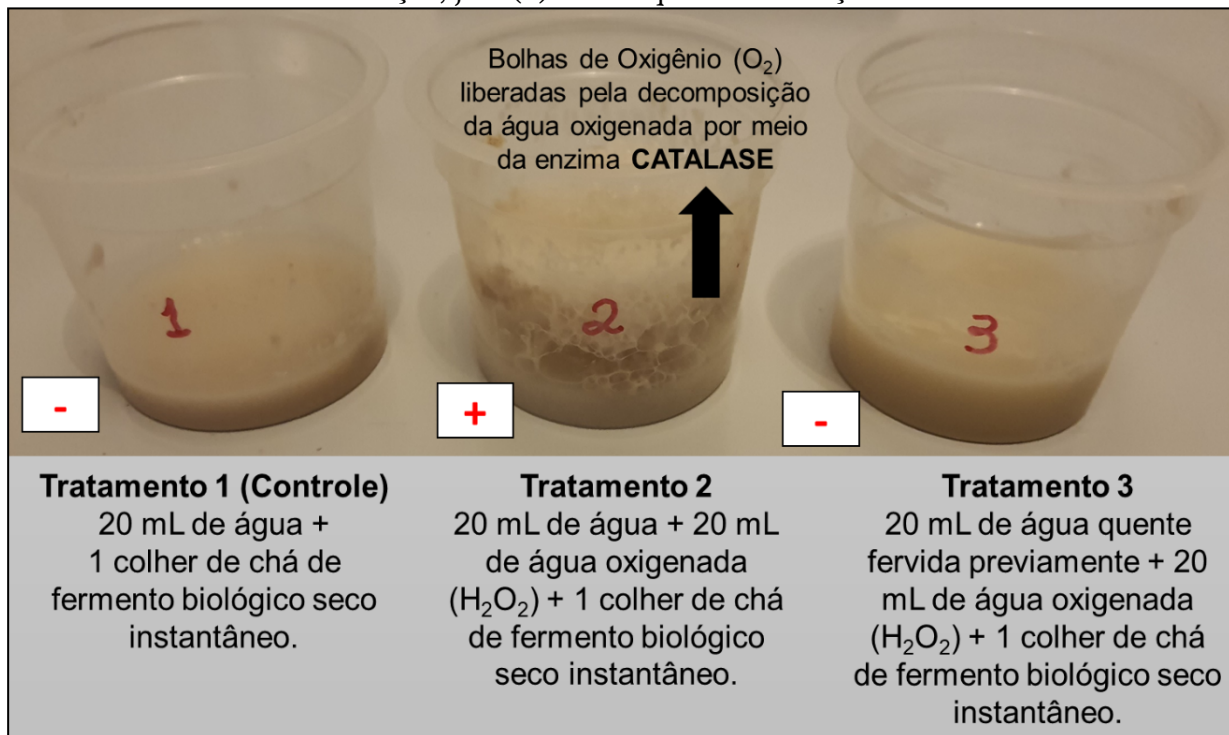
**Figura 2.** Respostas esperadas das questões propostas. (Uso do professor).

Fonte: Autor (2024).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura abaixo, estão dispostos os principais resultados esperados da atividade experimental proposta. No tratamento 1, o controle experimental, nenhuma reação pode ser observada (Figura 1), esse resultado já era esperado, pois o controle é aquele que não possui nenhuma interferência experimental, e possui como função dar validade ao experimento, comparar resultados e diminuir interferências externas. Assim, deve ser alertado aos alunos a importância da existência de um tratamento controle experimental, dando mais credibilidade e veracidade ao resultado de uma pesquisa.

**Figura 3.** Resultados esperados da prática proposta. O sinal negativo (-), indica ausência de reação, já o (+) indica que houve reação.



Fonte: Autor (2024).

No tratamento 2 (Figura 1), pode ser observado a presença de bolhas. Esse fenômeno pode ser explicado devido a decomposição da água oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), por meio da enzima catalase presente nos peroxissomos das células de leveduras que são fungos pertencentes a espécie *Saccharomyces cerevisiae* (fermento biológico seco instantâneo). Assim, as bolhas é justamente o gás oxigênio se desprendendo para o meio externo, sendo um dos produtos dessa decomposição, além de água e energia.



Tal fenômeno também foi observado por Gonçalves (2021c; 2021d; 2023), ao realizar um experimento de cunho didático, utilizando peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) na batata, em folhas de plantas colhidas no jardim (célula vegetal) e carne crua de fígado (célula animal). O autor verificou intensa atividade da enzima catalase tanto em células animais quanto vegetais, havendo desprendimento de gás oxigênio, sendo facilmente identificado por meio de borbulhas que nada mais é do que o gás oxigênio oriundo da reação de decomposição pela enzima catalase utilizando-se o substrato peróxido de hidrogênio

Assim, o professor pode comentar com os alunos a grande importância das enzimas nos sistemas biológicos, permitindo acelerar essas reações (Gonçalves, 2021c). No caso de experimento vivenciado, a enzima catalase, catalisa a reação de decomposição da água oxigenada nas organelas chamadas “peroxissomos”, que na sua forma natural é tóxica para os seres vivos. Essa enzima com sua atividade catalítica em condições normais, irá permitir a formação de gás oxigênio ( $O_2$ ), moléculas de água ( $H_2O$ ), liberando energia para o meio externo, sendo quimicamente uma reação exotérmica, ou seja, liberando energia. Neste sentido, o ensino da atividade das enzimas no contexto do ensino médio na disciplina de Biologia é uma tarefa de grande relevância, “para que os alunos tenham conhecimento da importância dessas moléculas no organismo” (Costa et al., 2019, p. 56).

No tratamento 3 (Figura 1), nenhuma reação pode ser observada. Esse fenômeno ocorreu, devido a desnaturação da enzima catalase mantida em altas temperaturas em detrimento da água fervente. Segundo Nelson e Cox (2018), o calor pode ser um dos fatores que alteram a atividade catalítica das enzimas, alterando sua estrutura molecular de suas ligações de hidrogênio, levando a desnaturar-se, alterando sua forma e sua função. Este fenômeno foi observado no tratamento 3, onde a enzima catalase mantida em altas temperaturas desnaturou-se, perdendo sua função, e como consequência, nenhuma reação foi ser observada (Figura 1).

O experimento em questão, é também recomendado para o ensino de tópicos de bioquímica, permitindo ao professor trabalhar com os alunos os assuntos de enzimas, cinética enzimática e os fatores que interferem no funcionamento das enzimas, como o que foi observado no experimento, o calor. Além desse fator, também é citado na literatura que variações de pH (ácido ou alcalino), pressão e até mesmo a interações com produtos químicos como solventes podem alterar sua estrutura, levando as enzimas a desnaturar-se (Nelson e Cox, 2018).

No que tange a nova base nacional curricular comum (BNCC), (BRASIL, 2017), a proposta educacional experimental do presente artigo entra em sua consonância, pois este documento normativo enfatiza que a experimentação é uma tarefa de grande relevância no ensino de Ciências da Natureza (Biologia), levando o discente a formular hipóteses, realizar experimentos que refletem a realidade cotidiana, além de permitir o ato da experimentação científica. Como o exposto, a atividade proposta contempla as competências contempladas na BNCC que são:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2017, p.553).

Ao argumentar que atividades experimentais devem fazer parte do cotidiano escolar dos alunos na área de Ciências da natureza e suas Tecnologias (disciplina de Biologia no Ensino médio), a BNCC, (Brasil, 2017), ainda ressalta que:

2687

Por meio do desenvolvimento dessa competência específica, de modo articulado às competências anteriores, espera-se que os estudantes possam se apropriar de procedimentos e práticas das Ciências da Natureza como o aguçamento da curiosidade sobre o mundo, a construção e avaliação de hipóteses, a investigação de situações-problema, a experimentação com coleta e análise de dados mais aprimorados, como também se tornar mais autônomos no uso da linguagem científica e na comunicação desse conhecimento (BRASIL, 2017, p.558).

Outro ponto contemplado por meio dessa atividade, é o trabalho da literatura de Onohara e Onohara (2020, p. 179), do qual discorrem que os discentes, ao trabalharem em equipe: “aprende-se a lidar com diversas pessoas e, como são indivíduos com personalidades diferentes, por consequência, aprende-se a respeitar os outros, além de haver a oportunidade de trocas de experiências”. De acordo com essa citação, Etges (2012, p. 6) defende que:

Quando se trabalha em grupo, aprendemos a lidar com outras pessoas, ser mais paciente, respeitar os outros, além disso temos a oportunidade de trocas ideias e experiências. Estes e outros aprendizados são fundamentais para um bom convívio social e para a cooperação (Etges, 2012, p. 6).

No que tange a práticas exitosas sobre o uso da experimentação, diversos autores elaboraram e aplicaram aulas experimentais no ensino de Biologia, abordando a temática similar ao tratado neste trabalho, ou seja, a ação da enzima catalase utilizando materiais simples e de

baixo. (Feitosa, Leite e Freitas, 2011; Silva et al., 2023; Gonçalves 2023). Em todos estes trabalhos, houve uma grande interação entre os alunos, melhorando a compressão e absorção de conteúdo de assuntos mais complexos, além de permitir a ótica da experimentação científica na formulação e resposta de hipóteses, tornando a o tema abordado mais dinâmico e instigante.

## CONCLUSÃO

Por meio da atividade experimental proposta neste artigo, é possível trabalhar no aluno o ato da investigação, proposição e resposta de hipóteses, além de motivar e facilitar a aprendizagem dos discentes, na disciplina de Biologia. Através desta aula experimental, utilizando materiais simples e de baixo custo, os alunos têm a oportunidade de visualizar e entender melhor a ação de enzimas (catalase) das células, transpondo o que foi abordado em aulas teóricas.

Este tipo de atividade prática não só facilita a compreensão dos conceitos de Biologia Celular e Bioquímica, mas também promove um aprendizado mais ativo e envolvente, estimulando o interesse e a curiosidade dos estudantes pela ciência.

A colaboração em grupo, aliada à mediação do professor, pode fomentar um ambiente produtivo e estimulante, priorizando a investigação. Esse enfoque, permite promover no aluno um processo de apropriação do conhecimento de uma maneira mais protagonista.

## PERSPECTIVAS FUTURAS

Como perspectivas futuras oriundas deste trabalho experimental, o professor poderá propor aos alunos a construção e uso de modelos didáticos tridimensionais, permitindo-se facilitar de maneira mais eficiente o entendimento da estrutura molecular (Bioquímica) da enzima catalase, tanto em seu estado nativo normal como também desnaturado por fatores como o calor e a variação de pH proposto pelos autores Gonçalves e Yamaguchi (2023).

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. J. *Mediação da pesquisa na interpretação da educação em ciências*. In: CARVALHO, A. M. P.; CACHAPUZ, A. F.; GIL-PÉREZ, D. O ensino das ciências como compromisso científico social: os caminhos que percorremos. São Paulo: Editora Cortez, 2012. p. 137-157

BRANCALHÃO, R. M. C.; CAVÉQUIA, M. C. **O Microscópio Óptico.** (2020). Disponível em: <https://www.unioeste.br/portal/microscopio-virtual/o-microscopio-de-luz> Acesso em: 26 mai. 2024.

BRASIL (2017). **Base Nacional Curricular Comum – BNCC.** Ministério da Educação. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf) Acesso em: 29 mai. 2024.

COSTA, V. S.; COSTA, F. G.; CASTRO, Y, A. A.; CASTRO, I. F. A. ATIVIDADE ENZIMÁTICA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA BIOLOGIA EM UMA TURMA DO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PÚBLICA, LOCALIZADA EM URUCUI-PI. **INTERNATIONAL JOURNAL EDUCATION AND TEACHING**, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 49-62, 2019.

ETGES, M. F. **O valor do trabalho em grupo na formação acadêmica e profissional do biólogo: um estudo de caso do PET Biologia.** Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/72336/000873069.pdf?sequence=1> Acesso: 29 mai. 2024.

FEITOSA, R. A.; LEITE, R. C. M.; FREITAS, A. L. P. “PROJETO APRENDIZ”: INTERAÇÃO UNIVERSIDADE-ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO MÉDIO. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 301-320, 2011

GONÇALVES, T. M. Ensinando Biologia em tempos de pandemia: um laboratório caseiro com materiais simples e de baixo custo para a simulação da digestão de proteínas. **Revista Educação Pública**, v. 21, n<sup>o</sup> 5, p. 1-6, 2021a.

2689

GONÇALVES, T. M. Permeabilidade da membrana plasmática celular da beterraba: uma proposta de aula prática no ensino médio. **Research, Society and Development**, v. 10, n<sup>o</sup> 3, p. 1-9, 2021b.

GONÇALVES, T. M. Experimentando a Biologia: uma proposta de aula prática sobre a atividade enzimática da catalase. **Revista Brasileira do Ensino Médio**. v. 4, p. 92-100, 2021c.

GONÇALVES, T. M. Um laboratório de Biologia em casa: simulando a ação da enzima catalase na batata. **Revista Educação Pública**, v. 21, n<sup>o</sup> 27, 2021d.

GONÇALVES, T. M. IMPACTANDO O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA POR MEIO DE UMA AULA EXPERIMENTAL: A AÇÃO DA ENZIMA CATALASE EM CÉLULAS ANIMAIS E VEGETAIS. **Revista FT**. v. 27, n<sup>o</sup> 123, 2023.

GONÇALVES, T. M.; YAMAGUCHI, K. K. L. Valorização do conhecimento popular: detecção da enzima catalase na Mandioca-de-mesa (*Manihot esculenta* Crantz) como estratégia para o ensino de Bioquímica. **Conjecturas**, [S. l.], v. 23, n. 2, p. 98-115, 2023.

GONÇALVES, T. M.; YAMAGUCHI, K. K. L. DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DOS PERFUMES: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR PROMOTORA DO

CONHECIMENTO NO ENSINO DE QUÍMICA E BIOLOGIA. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, [S. l.], v. 10, n. 5, p. 4979-4995, 2024.

INTERAMINENSE, B. K. S. A. Importância das aulas práticas no ensino da Biologia: uma metodologia interativa. *Id onLine Revista Multidisciplinar e de Psicologia*, v. 13, n<sup>o</sup> 45, s. 1, p. 342-354, 2019.

KRASILCHIK, M. *Práticas de Ensino de Biologia*. EDUSP, 2019.

MODERNBIO (2024). *Why are Experiments Important in Biology?* Disponível em: <https://modernbio.com/blog/why-are-experiments-important-in-biology/> Acesso em: 26 mai. 2024.

NASCIMENTO, R. D. F.; OLIVEIRA, A. F.; COSTA, M. S. S. P. *Manual de aulas experimentais para o ensino de biologia*. Natal. IFRN, 2022. Disponível em: <https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/2204/MANUAL%20DE%20AULAS%20EXPERIMENTAIS%20DE%20BIOLOGIA%20PARA%20O%20ENSINO%20M%20C3%89DI%20-%20Ebook.pdf?sequence=5&isAllowed=y> Acesso em: 26 mai. 2024.

ONOHARA, E. Y.; ONOHARA, M. M. Trabalho em equipe no PET Ciências Contábeis da UFU: elementos dificultadores e facilitadores. *Revista Faz Ciência*, v. 22, n. 35, p. 179-179, 2020.

PAULA, V. M.; MENEZES, D. S.; LIMA, D. V. M.; SANTIAGO, C. A.; SILVA, A. A.; ALENCAR, M. L. S.; SOARES, A. A. Aula prática em um igarapé no estado do Acre com estudantes de biologia: um relato de experiência da utilização de macro invertebrados bentônicos como potencial didático. *Scientia Naturalis*, v. 4, n<sup>o</sup>1, p. 373-384, 2022.

2690

PORTAL QEDU (2024). *Resultados*. Disponível em: <https://analitico.qedu.org.br/> Acesso em 26 mai. 2024.

REECE, J. B.; URRY, L. A.; CAIN, M. L.; WASSERMAN, S. A.; MINOSRKY, P. V.; JACKSON, R. B. *Biologia de Campbell*. 10<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

SILVA, A. N.; BARBOSA, L. F.; SILVA, C. V. D. S.; SILVA, S. Y. S. COMPREENDENDO A “CINÉTICA QUÍMICA” NA EEEM DR. GASPAR VIANNA. *Seminário de Projetos de Ensino* (ISSN: 2674-8134), v. 7, n<sup>o</sup>1, p.1-4, 2023.

SILVA, T. F.; VÍTOR, S. E. C.; SILVA, E. M.; CRAVEIRO, N. A.; LEMOS, I. T. S.; FREITAS, G. J.; ROSA, A. M. S.; SILVA, C. B.; FARIAS, R. R. S. JOGOS DIDÁTICOS COMO FERRAMENTAS NO ENSINO DE EMBRIOLOGIA. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, [S. l.], v. 10, n. 6, p. 4075-4087, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i6.14697. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/1469> Acesso em: 28 jun. 2024.

VALDIVIESO-RIVERA, F.; ALMEIDA, J. R.; PROAÑO-BOLAÑOS, C. An experimental protocol for molecular biology lab at anAmazonian University. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. v. 30, n. 3, p. 275-345, 2022.

