



Sequência didática investigativa em Biologia Celular: a ação da enzima catalase nos vegetais

Investigative didactic sequence in Cell Biology: the action of the enzyme catalase in vegetables

Secuencia didáctica investigativa en Biología Celular: la acción de la enzima catalasa en vegetales

Tiago Maretti Gonçalves¹, Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi².

RESUMO

Objetivo: Apresentar uma sequência didática sobre a ação da enzima catalase em vegetais como ferramenta para o ensino de biologia celular. **Métodos:** A sequência envolve 4 etapas: 1) Exposição teórica investigativa; 2) Experimentação; 3) Análise dos resultados; 4) Avaliação. A metodologia consiste na reação de peróxido de hidrogênio (água oxigenada) em contato com produtos naturais (sementes de feijão e folha de um vegetal) para decomposição e formação de oxigênio, água e calor. Além disso, é investigado a influências do aquecimento no processo da reação. **Resultados:** Com a abordagem dessa sequência didática, espera-se que os alunos possam perceber a ação da enzima catalase nas matérias primas analisadas, associando o conhecimento obtido no ambiente escolar com sua vivência extrassala de aula, despertando o interesse, motivação e desenvolvimento científico. **Conclusão:** A sequência didática proposta pode ser muito útil impactando positivamente a aprendizagem dos discentes, permitindo ao professor utilizar materiais simples e de baixo custo nas aulas de Biologia, além de servir como meio de discussões e problematizações potencializando a ótica científica.

Palavras-chave: Aula prática, Citologia, Peroxissomos.

ABSTRACT

Objective: To present a didactic sequence on the action of the enzyme catalase in plants as a tool for teaching cell biology. **Methods:** The sequence involves 4 steps: 1) Investigative theoretical exposition; 2) Experimentation; 3) Analysis of the results; 4) Evaluation. The methodology consists of the reaction of hydrogen peroxide (oxygenated water) in contact with natural products (bean seeds and a vegetable leaf) for decomposition and formation of oxygen, water and heat. Furthermore, the influences of heating on the reaction process are investigated. **Results:** With the approach of this didactic sequence, it is expected that students can perceive the action of the catalase enzyme in the analyzed raw materials, associating the knowledge obtained in the school environment with their experience outside the classroom, arousing interest, motivation and scientific development. **Conclusion:** The proposed didactic sequence can be very useful, positively impacting students' learning, allowing the teacher to use simple and low-cost materials in Biology classes, in addition to serving as a means of discussions and problematizations, enhancing the scientific perspective.

Keywords: Practical class, Cytology, Peroxisomes.

¹ Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos - SP.

² Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Coari - AM.

RESUMEN

Objetivo: Presentar una secuencia didáctica sobre la acción de la enzima catalasa en plantas como herramienta para la enseñanza de la biología celular. **Métodos:** La secuencia consta de 4 etapas: 1) Exposición teórica investigativa; 2) Experimentación; 3) Análisis de los resultados; 4) Evaluación. La metodología consiste en la reacción del peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) en contacto con productos naturales (semillas de frijol y una hoja vegetal) para su descomposición y formación de oxígeno, agua y calor. Además, se investigan las influencias del calentamiento en el proceso de reacción. **Resultados:** Con el planteamiento de esta secuencia didáctica se espera que los estudiantes puedan percibir la acción de la enzima catalasa en las materias primas analizadas, asociando los conocimientos obtenidos en el ámbito escolar con su experiencia fuera del aula, despertando interés, motivación y conocimiento científico. **Conclusión:** La secuencia didáctica propuesta puede ser de gran utilidad, impactando positivamente en el aprendizaje de los estudiantes, permitiendo al docente utilizar materiales sencillos y de bajo costo en las clases de Biología, además de servir como medio de discusiones y problematizaciones, potenciando la perspectiva científica.

Palabras clave: Clase práctica, Citología, Peroxisomas.

INTRODUÇÃO

A Biologia Celular, também conhecida como Citologia, é uma área da biologia que se dedica ao estudo das células, suas estruturas, funções, processos e interações. Ela é uma disciplina fundamental para o entendimento da vida em todos os seus aspectos, pois todas as formas de vida são compostas por células (JUNQUEIRA LC e CARNEIRO J, 2013).

Dessa forma, é uma das áreas mais surpreendentes da Biologia possuindo notável importância e impacto na sociedade, permitindo compreender e organizar o conhecimento biológico, englobando desde as células mais simples, como as bactérias, até as mais complexas, como as células dos organismos multicelulares, incluindo as células humanas (KARAS MB e SANTO HERMEL EDE, 2021).

Na disciplina de Biologia, muitos alunos encaram a Citologia como complexa, uma vez que detém uma grande quantidade de conteúdo e conceitos que eles comumente acreditam serem abstratos e distante da realidade. Outro fator que pode dificultar a compreensão dos alunos é a quantidade de termos técnicos que a Biologia Celular envolve, o que pode refletir na falta de interesse e motivação do ato de aprender (MARQUES KCD, 2018).

Para superar essas dificuldades, faz-se necessário que os professores de Biologia utilizem estratégias de ensino que possam envolver e estimular a participação ativa dos alunos, como experimentos práticos, simulações e demonstrações, para tornar o conteúdo mais tangível e visualmente atrativo. Também é importante enfatizar a aplicação prática da Biologia Celular na vida dos discentes, para que eles possam ver como esses conceitos se relacionam com as questões de saúde, meio ambiente, biotecnologia, entre outras áreas (BAIÔCCO LV e NUNES MAC, 2023)

Nesse sentido, no intuito de tornar a aprendizagem mais facilitada e prazerosa, o uso de aulas experimentais pode ser um recurso valioso permitindo contribuir com a ressignificação dos conteúdos escolares, trazendo uma conexão com a vivência dos alunos e uma maior compreensão da importância dos conteúdos (GONÇALVES TM, 2021a).

Com a abordagem de aulas experimentais, o professor permite instigar nos discentes o ato de formular, testar e responder hipóteses, aproximando os alunos na ótica científica, permitindo investigar fenômenos que podem ser observados a olho nu. Essa atividade, não demanda a utilização de um espaço físico montado (laboratório) com a presença de materiais onerosos como microscópios e aparelhos sofisticados. De outra maneira, na própria sala de aula, o professor pode “montar” um espaço propício para a experimentação fazendo com que os alunos vivenciem essa abordagem tão rica e facilitadora de ensino (GONÇALVES TM, 2021b).

Segundo a Base Nacional Curricular Comum – BNCC (Brasil, 2021, p. 550),

“os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área”.

Ainda em consonância com esse documento, a BNCC (Brasil, 2021, p. 50), destaca que:

“a abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido”.

Assim, esse artigo propõe uma sequência didática sobre a ação da enzima catalase em vegetais como ferramenta para o ensino de biologia celular. Para tanto, busca-se realizar uma atividade prática, investigativa, simples e de baixo custo para facilitar a contextualização da ação da enzima catalase em vegetais, bem como analisar os fatores que podem alterar a ação catalítica dessa enzima, permitindo incentivar os discentes na ótica da investigação, proposição e resposta de hipóteses, fazendo-os protagonista na construção do seu conhecimento.

MÉTODOS

O presente trabalho é uma sequência didática investigativa que tem como público-alvo, os alunos da disciplina de Biologia do Ensino Médio. A proposta possui cunho didático educativo, e seus resultados exibem uma ótica qualitativa. A sequência é sumarizada no quadro 1 e envolve 4 etapas: 1) Exposição teórica investigativa; 2) Experimentação; 3) Análise dos resultados; 4) Avaliação.

Quadro 1 - Sequência didática da ação da enzima catalase.

Etapa	Atividade	Duração	Metodologia
I	Exposição teórica investigativa	50-60 minutos	Aula investigativa
II	Investigação	50-60 minutos	Prática experimental de decomposição da enzima catalase
III	Análise dos resultados	30 minutos	Explicação dos mecanismos
IV	Avaliação	30 minutos	Avaliação dos conhecimentos adquiridos

Fonte: Gonçalves TMG e Yamaguchi KKL, 2023.

Exposição teórica investigativa

O objetivo da aula expositiva investigativa relaciona-se com o incentivo do protagonismo dos alunos e valorização dos conhecimentos prévios. Dessa forma, busca-se incentivar a participação ativa no processo de aprendizagem, investigando e analisando os a temática em questão. Portanto, é importante que exista o levantamento dos questionamentos e problematização durante todo o processo. Alguns dos tópicos que podem ser abordados:

- O que é biologia celular?
- Qual é a importância do estudo das células?
- O que são enzimas?
- O que você conhece sobre a enzima catalase?

Em seguida, após os questionamentos, pode-se explicar sobre a enzima catalase e sua função no processo de decomposição de peróxido de hidrogênio.

a) Investigação

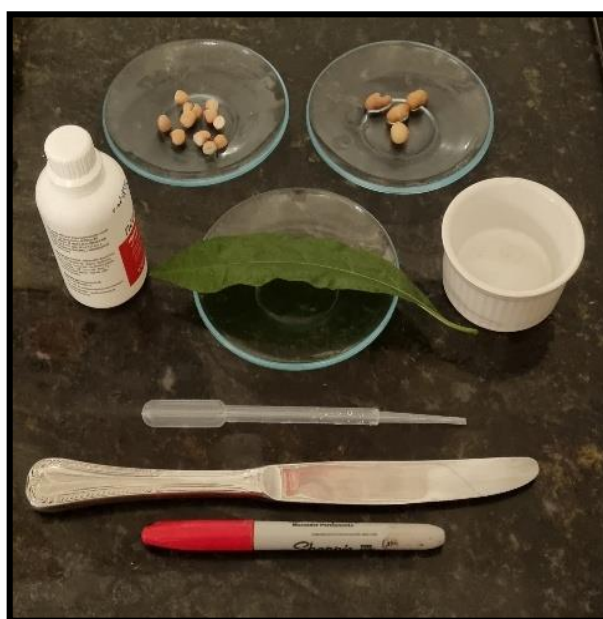
A atividade investigativa utilizando a experimentação como estratégia de ensino. Para tanto, pode-se dividir a turma em grupos de 4 ou 5 alunos. Após, deve-se distribuir sementes de feijão e folhas de vegetais para cada grupo.

Os alunos devem investigar a presença de catalase nessas amostras, utilizando um experimento que envolve a decomposição de peróxido de hidrogênio. Os materiais para os grupos realizarem o experimento podem ser visualizados na Figura 1, bem como a descrição do protocolo (Figura 2). Recomenda-se que o professor imprima o protocolo e entregue no início da aula para que os discentes possam realizar a atividade. Como sugestão de duração, a aula experimental possui um total de 50 minutos.

Materiais utilizados:

- Sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cruas;
- Sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cozidas;
- 1 folha de qualquer espécie vegetal (aqui foi utilizado uma folha da planta de Dama da noite – *Cestrum nocturnum*);
- 1 unidade de água oxigenada (H_2O_2 – Peróxido de Hidrogênio 2%);
- 3 pires de vidro ou de plástico;
- 1 pote pequeno;
- 1 faca sem pontas;
- 1 caneta marcadora;
- 1 conta gotas;
- Pipeta Pasteur;
- Tecido ou luva térmica.

Figura 1 – Materiais utilizados na atividade experimental proposta.



Fonte: Gonçalves TMG e Yamaguchi KKL, 2023.

Figura 2 – Protocolo experimental da atividade proposta. Imprimir, recortar e disponibilizar aos alunos.

Investigação sobre a ação da enzima catalase

Nome: _____ Turma: _____ Data: __/__/__

Enumerar os pires com o uso da caneta marcadora de 1 a 3 e o pote com o número 4.


No primeiro pires, colocar algumas sementes cruas de feijão picados. Para facilitar o corte, deixá-las algum tempo imersas na água.

No segundo pires colocar sementes de feijão cozidas picados ao meio.


No terceiro pires, acrescentar a folha picada e colocá-la em seu interior.

No quarto pote, colocar a outra folha picada em um pouco de água da torneira, até que possa cobrir toda a folha e ferver no micro-ondas por aproximadamente 2 minutos.


Obs.: Pedir para o professor realizar essa etapa, tomando cuidado para retirar o pote do micro-ondas pois o calor pode causar queimaduras. Aconselha-se utilizar um pano envolvendo o pote quente para retirá-lo com segurança ou então, esperar alguns minutos para que ele esfrie.




Feijão cru



Folha *in natura*



Feijão cozido



Folha após cozimento

Fonte: Gonçalves TMG e Yamaguchi KKL, 2023.

b) Análise dos resultados

Depois que os grupos tiverem realizado o experimento, o professor pode fazer uma discussão em grupo sobre os resultados obtidos. Espera-se que nessa etapa os alunos possam analisar os dados coletados e identificar a presença ou ausência de catalase nas amostras.

Para tanto, deve-se incentivar a participação dos alunos fazendo perguntas para checar a compreensão do conteúdo, e estimular a discussão sobre a importância da enzima catalase em processos biológicos.

c) Avaliação

Para finalizar a aula, pode-se realizar uma avaliação relacionado aos conhecimentos adquiridos pelos alunos e sobre a percepção deles quanto a metodologia utilizada.

Sugere-se que eles possam elaborar um relatório com os principais achados e correlação da teoria e prática. Em acréscimo, pode-se aplicar um questionário, uma atividade em grupo ou individual, para verificar o entendimento dos alunos sobre o tema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na exposição teórica investigativa espera-se que exista uma introdução interessante e relevante sobre a Biologia Celular e sua importância na compreensão dos processos celulares da vida. Após o debate sobre biologia celular, pode-se trabalhar a importância da enzima catalase nos sistemas biológicos (PEREIRA B, 1996).

Sabe-se que a enzima catalase é muito importante em biologia celular porque ela é responsável por acelerar a decomposição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2), uma substância tóxica produzida naturalmente em nossas células durante processos metabólicos. A catalase converte o peróxido em água e oxigênio, que são substâncias inofensivas para as células (BARREIROS AL, et al., 2006).

Nas células de diversos organismos, principalmente animais e vegetais, o peróxido de hidrogênio ou água oxigenada (H_2O_2), deve ser metabolizada nas células em organelas denominadas peroxissomos (animais e vegetais) e glioxissomos (vegetais), em uma reação exotérmica de decomposição, catalisada por uma enzima denominada catalase. Essa enzima, permite decompor a água oxigenada (substrato) em produtos como o gás oxigênio, moléculas de água e calor (MATTOS ILD, et al., 2003).

Essa ação da catalase é fundamental para a manutenção da homeostase celular e para prevenir o dano celular causado pelo acúmulo de H_2O_2 . Sem a presença da catalase, o acúmulo dessa substância pode levar à formação de radicais livres altamente reativos que podem causar danos ao DNA e outras moléculas celulares, além de prejudicar a função celular (BARREIROS AL, et al., 2006).

Assim, visualmente, como principal fenômeno dessa reação, ao serem gotejadas H_2O_2 , podemos observar o desprendimento de bolhas que em contato com o ar ficam efervescentes, que nada mais é do que o oxigênio originado na reação de decomposição da H_2O_2 .

Ao realizarmos a cocção de sementes e tecidos foliares das plantas em uma temperatura considerável, e gotejarmos água oxigenada, nenhum fenômeno irá ocorrer. Isso pode ser explicado, pois a enzima catalase se desnaturou, que por meio do calor excessivo, perdeu sua forma e sua função. (GONÇALVES TM, 2021a; GONÇALVES TM, 2021b; GONÇALVES TM, 2021c; GONÇALVES TM e YAMAGUCHI KKL, 2023).

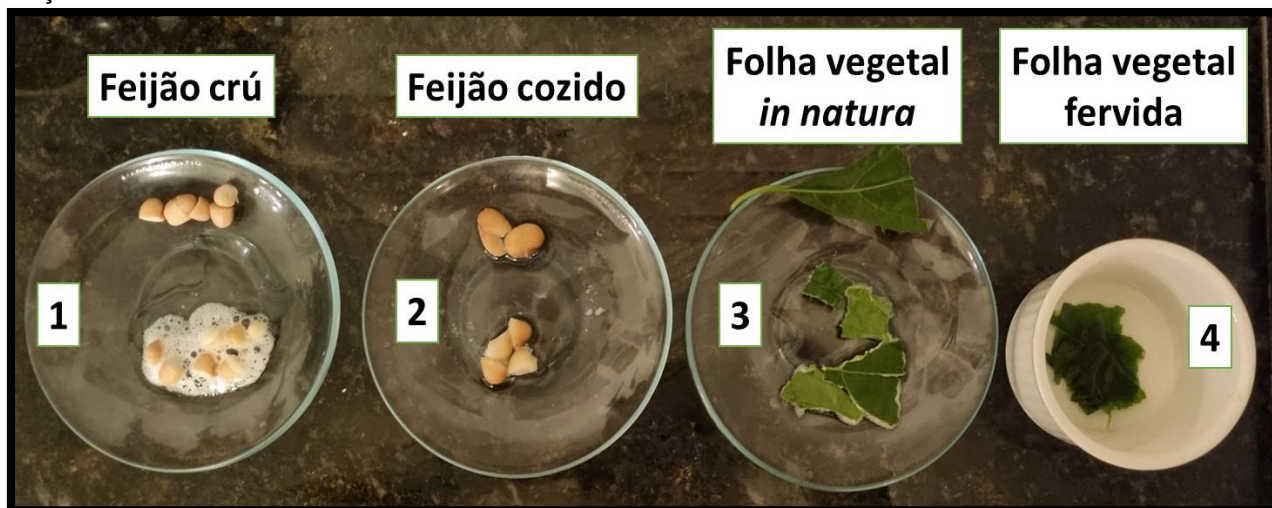
Na **figura 3**, estão dispostos os resultados esperados da parte prática investigativa. No tratamento 1, contendo feijão cru e água oxigenada, ocorreu grande presença de bolhas após o gotejamento da mesma. Os alunos irão perceber que essa reação é devido a presença da enzima catalase presente no interior das células da semente do feijão, que realizou a decomposição desse reagente liberando gás oxigênio (bolhas efervescentes observadas), água e calor em uma reação química exotérmica. Assim, a enzima catalase, no interior das células eucarióticas, está presente nos organoides denominados peroxissomos (plantas e animais) e na glioxissomos (plantas).

Nos animais, essa enzima da família das peroxidases, é encontrada no interior dos peroxissomos e está presente em grande quantidade no fígado, realizando a detoxificação do organismo, uma vez que a água oxigenada em grandes quantidades, pode representar um risco para o metabolismo normal das células, promovendo lise das membranas celulares e até mesmo a ruptura do envelope nuclear (SOUZA DGS, et al., 2005; FERRO OCDO, et al., 2010).

A água oxigenada também é popularmente utilizada como agente branqueador de tecidos, pois é capaz de promover a oxidação das manchas tendo grande poder redutor. Esse reagente, também é amplamente utilizado como desinfetante em hospitais e clínicas atacando a membrana celular de microorganismos, levando-os à morte (REZENDE W, et al., 2008).

Nessa última aplicação, o professor também pode comentar com os alunos sobre o porquê de utilizarmos água oxigenada nos fermentos. A presença de bolhas efervescentes também pode ser observada no tratamento número 3, ou seja, aquele que contém a folha vegetal *in natura* picada, exibindo-se assim a atividade enzimática normal da enzima catalase na decomposição do peróxido de hidrogênio gotejado (H_2O_2), liberando gás oxigênio, água e calor (**Figura 3**).

Figura 3 – Resultados esperados da atividade experimental proposta. Notar nos tratamentos 1 e 3, a presença de bolhas efervescentes (liberação de gás oxigênio) que ocorreu pela decomposição da água oxigenada por meio da enzima catalase presente nos tecidos vegetais. Nos tratamentos 2 e 4, nenhuma reação foi observada.



Fonte: Gonçalves TMG e Yamaguchi KKL, 2023.

No tratamento número 2, o feijão cozido, nenhuma reação pode ser observada (**Figura 3**). Dessa maneira, mesmo após o gotejamento do reagente H_2O_2 , não houve reação. Os alunos irão perceber que o cozimento do feijão desnaturou a enzima catalase presente no interior de suas células em suas sementes. Assim, o calor é um fator externo de grande importância que pode alterar a atividade catalítica das enzimas, fazendo com que elas se tornem desnaturadas, perdendo sua forma e sua função. O mesmo fenômeno poderá ser observado no tratamento número 4. Neste tratamento, após a fervura, mesmo com a adição de H_2O_2 nenhuma reação ocorreu, devido a desnaturação da enzima catalase pelo calor da fervura.

Assim, por meio desse simples experimento, os alunos irão observar a reação de decomposição da água oxigenada pelos peroxissomos e glioxissomos por meio da enzima catalase, sendo uma reação de grande importância que ocorre no interior das células desses seres vivos. Além disso, essa atividade permite ao professor trabalhar aspectos de Bioquímica no que tange a importância das enzimas (proteínas) no nosso cotidiano, a desnaturação da enzima catalase pelo calor (fervura) e cinética enzimática, relacionado a importância das enzimas no processo de velocidade das reações químicas.

O ensino e a aprendizagem na Biologia Celular costuma ser encarado pelos alunos como uma tarefa complexa, principalmente porque os conteúdos parecem estar longe do contexto cotidiano dos alunos e por serem dotados de temas microscópicos, dificultando-se sua observação (OLIVEIRA YB, et al., 2022).

Segundo Moreira ES, et al. (2021), “*é de suma importância que o ensino de ciências e/ou biologia se aproxime da realidade dos estudantes para que eles possam compreender a necessidade de estabelecer mudanças em seus hábitos de vida*”.

Desta maneira, a sequência didática proposta é um valioso recurso metodológico que permite abordar de uma maneira alternativa e inovadora com os alunos os assuntos de organelas celulares, como é o caso dos peroxissomos e glioxissomos (GONÇALVES TM, 2021b), além de discutir o efeito do calor afetando a estrutura e função das enzimas, que no caso, a catalase desnaturada irá se tornar incapaz de catalisar a reação de decomposição da H_2O_2 , não verificando o desprendimento de bolhas na reação.

No entanto, o uso de aulas práticas no ensino de Biologia e Ciências devem ser mais utilizadas no contexto escolar. Segundo Marandino M, et al. (2009), os professores na maioria das vezes são resistentes quanto ao uso dessa metodologia de ensino em sala de aula pois nem sempre a escola possui um laboratório físico adequado para a realização dessas aulas, entraves relacionados ao tempo curricular, além da insegurança de ministrar esse tipo de aula para uma turma com número expressivo de alunos dentro de

um espaço diferente que é o laboratório, configuram os principais obstáculos. Dessa forma, a aula prática proposta neste trabalho, pode ser adaptada e efetuada dentro da própria sala de aula, não exigindo a existência de um laboratório de Ciências ou Biologia na escola equipado com vidrarias e equipamentos onerosos.

CONCLUSÃO

A atividade didática proposta se desponta como um recurso de grande impacto, por utilizar materiais simples e de baixo custo, permitir facilitar a aprendizagem de tópicos complexos como é o caso da Biologia Celular (Citologia), no que tange a ação da enzima catalase em vegetais, bem como fatores como o calor que podem alterar a ação catalítica dessa enzima. Outra potencialidade dessa proposta educacional é a de permitir incentivar a ótica da investigação, protagonismo dos alunos e proposição e resposta de hipóteses, que são tarefas de grande relevância no contexto educacional atual.

REFERÊNCIAS

1. BAIÔCCO LV e NUNES MAC. O ensino de Ciências e Biologia e as novas metodologias digitais: Análise das concepções de professores e alunos no âmbito escolar. *Research, Society and Development*, 2023; 12(3): 1-11.
2. BARREIROS AL, et al. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. *Química nova*, 2006; 29: 113-123.
3. BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2021. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acessado em: 27 de março de 2023.
4. FERRO CDO, et al. Atividade da catalase no pulmão, rim e intestino delgado não isquemiado de ratos após reperusão intestinal. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*; 2010; 37: 31-38.
5. GONÇALVES TM. Um laboratório de Biologia em casa: simulando a ação da enzima catalase na batata. *Revista Educação Pública*; 2021a; 21(27).
6. GONÇALVES TM. Experimentando a Biologia: uma proposta de aula prática sobre a atividade enzimática da catalase. *Revista Brasileira do Ensino Médio*, 2021b; 4: 92-100.
7. GONÇALVES TM. Utilizando a raiz tuberosa de mandioca em aulas práticas de Biologia para estudantes do Ensino Médio. *Revista Educação Pública*, 2021c; 21: 1-6.
8. GONÇALVES TM e YAMAGUCHI KKL. Valorização do conhecimento popular: detecção da enzima catalase na Mandioca-de-mesa (*Manihot esculenta* Crantz) como estratégia para o ensino de Bioquímica. *Conjecturas*, 2023; 23: 98-115.
9. JUNQUEIRA LC e CARNEIRO J. *Histologia básica - Texto & Atlas*, 12ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
10. KARAS MB e SANTO HERMEL EDE. A célula no ensino de biologia: papel do livro didático e concepções de ensino. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 2021; 4(2): 515-531.
11. MARANDINO M, et al. *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*, 1ª ed. São Paulo: Cortez, 2009.
12. MARQUES KCD. Modelos didáticos comestíveis como uma técnica de ensino e aprendizagem de biologia celular. #Tear: *Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 2018; 7(2): 1-12.
13. MATTOS ILD, et al. Peróxido de hidrogênio: importância e determinação. *Química nova*, 2003; 26: 373-380.
14. MOREIRA ES, et al. Práticas de educação em saúde na escola: prevenção às parasitoses entre crianças do ensino fundamental em uma cidade no interior do Pará. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 2021; 13(2): e5007.
15. OLIVEIRA YB, et al. A importância do ensino e da pesquisa em biologia celular: uma revisão narrativa. *Revista Eletrônica Acervo Científico*, 2022; 42: e11174.
16. PEREIRA B. Radicais livres de oxigênio e sua importância para a funcionalidade imunológica. *Motriz. Journal of Physical Education*, 1996; 71-79.
17. REZENDE W, et al. A efervescente reação entre dois oxidantes de uso doméstico e a sua análise química por medição de espuma. *Química Nova na Escola*, 2008; 30: 66-69.
18. SOUZA DGS, et al. NF-κB plays a major role during the systemic and local acute inflammatory response following intestinal reperfusion injury. *British Journal of Pharmacology*, 2005; 2: 246-54.