

## **Identificação da degradação do amido do pão pela saliva (enzima amilase salivar) por meio do Lugol 2%: uma proposta experimental**

**Identification of the degradation of bread starch by saliva (salivary amylase enzyme) using Lugol 2%: an experimental proposal**

**Identificación de la degradación del almidón del pan por la saliva (enzima amilasa salival) utilizando Lugol 2%: una propuesta experimental**

Recebido: 24/02/2022 | Revisado: 19/03/2022 | Aceito: 27/08/2022 | Publicado: 04/09/2022

**Tiago Maretti Gonçalves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8971-0647>

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

E-mail: [tiagobio1@hotmail.com](mailto:tiagobio1@hotmail.com)

### **Resumo**

A Fisiologia Animal, é a área da Biologia que se preocupa em estudar o funcionamento do organismo, no entanto, detém muitos termos e processos, sendo um desafio para a plena aprendizagem dos alunos. Assim, nos dias atuais, tornar mais facilitada e instigante a contextualização desse conhecimento é um desafio constante por parte do professor. Somado a isso, aulas pautadas no modelo meramente expositivo, podem causar desinteresse e déficit de atenção nos alunos. Para superarmos tais obstáculos, o presente trabalho possui como principal objetivo, uma proposta experimental, os alunos da 2ª série do Ensino Médio, na disciplina de Biologia, facilitando a contextualização da Fisiologia do Sistema Digestório humano, no que tange a ação da enzima amilase salivar (ptialina) no amido do pão, por meio do Lugol 2%. Como resultado, os alunos irão perceber que o Lugol 2% irá corar o amido do pão, com uma coloração bem escura, em detrimento a complexação das moléculas de Iodo do referido reagente, com a estrutura ramificada do pão (polissacarídeo). Já, com o tratamento que contém o pedaço de pão, o Lugol 2% e a saliva, a complexação das moléculas de Iodo do reagente Lugol 2% não irá ocorrer e sua coloração escura logo desaparecerá, devido ao fato da saliva administrada conter a enzima amilase salivar (ptialina), que irá quebrar o amido do pão (polissacarídeo), transformando-o em dissacarídeo (maltose). Assim, espera-se que o envolvimento dos alunos e as discussões mediadas pelo professor da disciplina, possam facilitar a aprendizagem do tema proposto, além de instigar os alunos no ato da experimentação científica. Por fim, podemos ressaltar que a atividade experimental proposta, pode ser adaptada para ser efetuada dentro de sala de aula, ou em casa pelos próprios alunos, não necessitando de uma estrutura laboratorial física, com vidrarias ou equipamentos onerosos.

**Palavras-chave:** Amilase salivar; Aula prática; Ensino médio; Experimentação; Investigação; Sistema digestório humano.

### **Abstract**

Animal Physiology is the area of Biology that is concerned with studying the functioning of the organism, however, it has many terms and processes, being a challenge for the full learning of students. Thus, nowadays, making the contextualization of this knowledge easier and more exciting is a constant challenge for the teacher. Added to this, classes based on the purely expository model can cause disinterest and attention deficit in students. To overcome such obstacles, the present work has as main objective, an experimental proposal, the students of the 2nd grade of High School, in the discipline of Biology, facilitating the contextualization of the Physiology of the human Digestive System, regarding the action of the salivary amylase enzyme (ptyalin) in bread starch, using Lugol 2%. As a result, students will realize that Lugol 2% will color the bread starch, with a very dark color, to the detriment of the complexation of the Iodine molecules of the said reagent, with the branched structure of the bread (polysaccharide). However, with the treatment that contains the piece of bread, Lugol 2% and saliva, the complexation of the Iodine molecules of the Lugol 2% reagent will not occur and its dark color will soon disappear, due to the fact that the administered saliva contains the enzyme Salivary amylase (ptyalin), which will break down the starch in bread (polysaccharide), turning it into disaccharide (maltose). Thus, it is expected that the involvement of students and discussions mediated by the teacher of the discipline, can facilitate the learning of the proposed theme, in addition to instigating students in the act of scientific experimentation. Finally, we can point out that the proposed experimental activity can be adapted to be carried out in the classroom, or at home by the students themselves, not requiring a physical laboratory structure, with glassware or expensive equipment.

**Keywords:** Salivary amylase; Practical class; High school; Experimentation; Investigation; Human digestive system.

## Resumen

La Fisiología Animal es el área de la Biología que se ocupa de estudiar el funcionamiento del organismo, sin embargo, tiene muchos términos y procesos, siendo un reto para el aprendizaje integral de los estudiantes. Así, hoy en día, hacer más fácil y apasionante la contextualización de estos saberes es un desafío constante para el docente. Sumado a esto, las clases basadas en el modelo puramente expositivo pueden provocar desinterés y déficit de atención en los estudiantes. Para superar tales obstáculos, el presente trabajo tiene como objetivo principal, una propuesta experimental, los estudiantes del 2º grado de Enseñanza Media, en la disciplina de Biología, facilitando la contextualización de la Fisiología del Aparato Digestivo humano, en cuanto a la acción de los enzima amilasa salival (ptialina) en almidón de pan, usando Lugol 2%. Como resultado, los estudiantes se darán cuenta de que el Lugol 2% coloreará el almidón del pan, con un color muy oscuro, en detrimento de la complejación de las moléculas de Yodo de ese reactivo, con la estructura ramificada del pan (polisacárido). Sin embargo, con el tratamiento que contiene la pieza de pan, Lugol 2% y saliva, no se producirá la complejación de las moléculas de Yodo del reactivo Lugol 2% y su color oscuro desaparecerá pronto, debido a que la saliva administrada contiene la enzima Amilasa salival (ptialina), que degradará el almidón del pan (polisacárido), convirtiéndolo en disacárido (maltosa). Así, se espera que la participación de los estudiantes y las discusiones mediadas por el docente de la disciplina, puedan facilitar el aprendizaje del tema propuesto, además de instigar a los estudiantes en el acto de experimentación científica. Finalmente, podemos señalar que la actividad experimental propuesta puede ser adaptada para ser realizada en el aula, o en casa por los propios estudiantes, no requiriendo una estructura física de laboratorio, con cristalería o equipos costosos.

**Palabras clave:** Amilasa salival; Clase práctica; Escuela secundaria; Experimentación; Investigación; Sistema digestivo humano.

## 1. Introdução

A Fisiologia Animal, segundo Hill, Wyse e Anderson (2012, p. 3), “é o estudo das funções dos animais – o estudo de “como os animais funcionam”, sendo assim, uma das áreas mais fascinantes da Biologia. No entanto, é um conteúdo complexo, dotado de muitos termos e mecanismos que devem ser bem contextualizados, podendo ser um desafio para o aprendizado significativo dos alunos. Somado a isso, aulas pautadas somente no modelo expositivo podem desmotivar os alunos dificultando a assimilação do conhecimento (Krasilchik, 2019). Assim, o professor pode buscar metodologias alternativas de ensino, potencializando a assimilação do conhecimento dos alunos, adquirido nas aulas teóricas (Gonçalves, 2021a; 2021b), e uma dessas possibilidades, é o uso de aulas experimentais. Neste sentido, Murata e Oliveira (2017, p. 1), defendem que: “O ensino por investigação se configura como uma abordagem pedagógica direcionada a promover reflexão para a solução de problemas e permite ao aluno interagir com o objeto de conhecimento, despertando-o para as práticas do cientista”. Em consonância ao exposto, Albuquerque et al. (2014, p. 260), ressaltam que:

A atividade prática promove uma motivação na aprendizagem e uma reconstrução de conceitos que ocorre de modo idiossincrático e mais eficaz, do que uma abordagem estritamente embasada nos fundamentos de uma aula teórico-prática. Os conceitos são trazidos de modo não arbitrário o que concretiza uma aprendizagem significativa, sendo relacionada de maneira satisfatória e eficaz para sua estabilização nas estruturas cognitivas (Albuquerque et al., 2014, p. 260).

As aulas experimentais, também podem ser propostas pelo professor para serem ministradas dentro da sala de aula, independentemente da existência de um laboratório físico de Ciências ou de Biologia na escola. Neste sentido, segundo dados do censo escolar de 2018 do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), apenas 38,8% das escolas públicas de ensino médio, possuem laboratórios de Ciências ou Biologia para a realização de aulas práticas (INEP, 2019), cabendo ao professor, improvisar, transpondo para a sala de aula, um ambiente propício para o ato da experimentação científica. Nesta ótica, Sousa, et al., (2021, p. 445) reiteram que:

É importante destacar que aulas práticas não se resumem apenas aos momentos em que são ministradas em laboratório, mas sua realização se dá também fora deste ambiente, podendo acontecer na própria sala de aula, caso a escola não disponha de laboratório, ou não apresente condições adequadas de uso (Sousa, Junior & Paixão, 2021, p. 445).

O objetivo principal deste trabalho, é uma proposta experimental, como público alvo, os alunos da 2ª série do Ensino Médio, na disciplina de Biologia, facilitando a contextualização da Fisiologia do Sistema Digestório, no que tange a ação da enzima amilase salivar (ptialina) no amido do pão, por meio do Lugol 2%. A prática também pode ser adaptada, com uma abordagem mais específica e aprofundada do tema, para os alunos que estejam cursando o Ensino Superior, para os cursos de Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado), e até mesmo para alunos dos cursos da área da Saúde, como Enfermagem, Nutrição e Medicina.

## 2. Metodologia

A proposta experimental, possui natureza qualitativa (Lüdke & André, 2013; Estrela, 2018; Pereira et al. 2018; Tourinho e Silva, & Souza, 2020), e seus resultados apresentam uma análise descritiva. Essa atividade, é recomendada para ser executada em duas aulas de pelo menos 50 minutos cada uma, sendo apresentada aos alunos, logo após a aula teórica dos Aspectos fisiológicos e anatômicos do sistema digestório humano. Abaixo, encontram-se dispostos os materiais utilizados, para realização da aula prática.

- 4 copos plásticos transparentes com capacidade de 50 mL;
- Saliva (dos próprios estudantes que irão desenvolver a prática);
- 4 fatias pequenas de pão (pode ser pão francês, integral, de forma, etc.);
- Colheres de chá;
- Faca sem pontas;
- Cronômetro (Smartphone);
- Lugol 2% (Também chamado de Iodo, é facilmente adquirido em farmácias);
- Caneta marcadora de retroprojeter;
- Luva;
- Jaleco.

Antes de iniciar a prática, alertar aos alunos, para que os mesmos coloquem luvas e jalecos no intuito de proteção e higiene. O Lugol 2% não é um reagente que oferece riscos à saúde, no entanto, pela atividade experimental, utilizar a saliva (dos alunos que irão realizar cada uma de suas práticas) devemos manter a higiene e boas condutas laboratoriais.

Como primeira etapa, deverá ser picado o pão em pequenos pedaços com auxílio de uma faca sem pontas. Um pedaço, será colocada no primeiro copinho, enumerando-o (este será o nosso copinho número 1, como sendo o primeiro controle do experimento). O copo número 2, terá apenas algumas gotas do reagente Lugol a 2% gotejado no seu fundo (sendo o segundo controle do experimento). O outro pedaço do pão, será colocada no copinho número 3, que sobre ele, será gotejado uma gota de de Lugol 2%. No último copo, enumerar com o auxílio com a caneta marcadora de retroprojeter o número 4, colocando um pequeno pedaço de pão no seu interior. Coletar um pouco de saliva e colocá-la dentro do copo em contato com o pão. Em seguida, colocar uma gota de Lugol 2%, e com o auxílio de uma colher de chá, macerar esse conteúdo, durante pelo menos 5 minutos, até que o mesmo vire uma pasta uniforme. Cronometrar com o auxílio de um smartphone, cerca de 15 a 20 minutos. Como última tarefa, solicitar aos alunos que anotem os fenômenos que aconteceram em cada um dos tratamentos (copinhos). Após a conclusão do experimento pelos alunos, o professor poderá discutir os resultados obtidos com o auxílio de questões propostas (Figura 1), relacionando com o que foi aprendido na aula teórica de Biologia. Na figura 2, são apresentadas as soluções das questões propostas, no intuito de facilitar a correção do professor.

**Figura 1.** Questões propostas para os alunos, ao final da atividade, afim de potencializar a aprendizagem e gerar discussões.

**IDENTIFICAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO AMIDO DO PÃO PELA SALIVA (ENZIMA AMILASE SALIVAR) POR MEIO DO LUGOL 2%**

Nome do aluno: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_

- 1) Qual a importância da existência de um tratamento controle no experimento vivenciado na aula prática proposta (tratamentos 1 e 2)?
- 2) O pão, alimento consumido diariamente pelos brasileiros, além de gordura e outros componentes, possui um tipo específico de carboidrato? Você saberia dizer qual é?
- 3) Porquê, no experimento número 3, ocorreu mudança de cor ao gotear o Lugol 2%? Explique baseando-se nas aulas de química biologia.
- 4) Ao colocar saliva e o Lugol 2% em contato com o pão e macerá-lo durante alguns minutos, o que você percebeu que ocorreu? Este resultado é diferente quando comparado com o que foi visto no tratamento número 3? Tente formular uma hipótese, para explicar o fenômeno ocorrido.
- 5) Qual a principal função da enzima amilase salivar (ptialina) nos alimentos (carboidratos)? Onde ela é produzida em nosso corpo?

Fonte: Autores (2022).

**Figura 2.** Soluções esperadas das questões propostas, com o objetivo de auxiliar a correção do professor, acerca das respostas obtida pelos alunos.

**IDENTIFICAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO AMIDO DO PÃO PELA SALIVA (ENZIMA AMILASE SALIVAR) POR MEIO DO LUGOL 2%**

Respostas esperadas do questionário proposto (uso do professor):

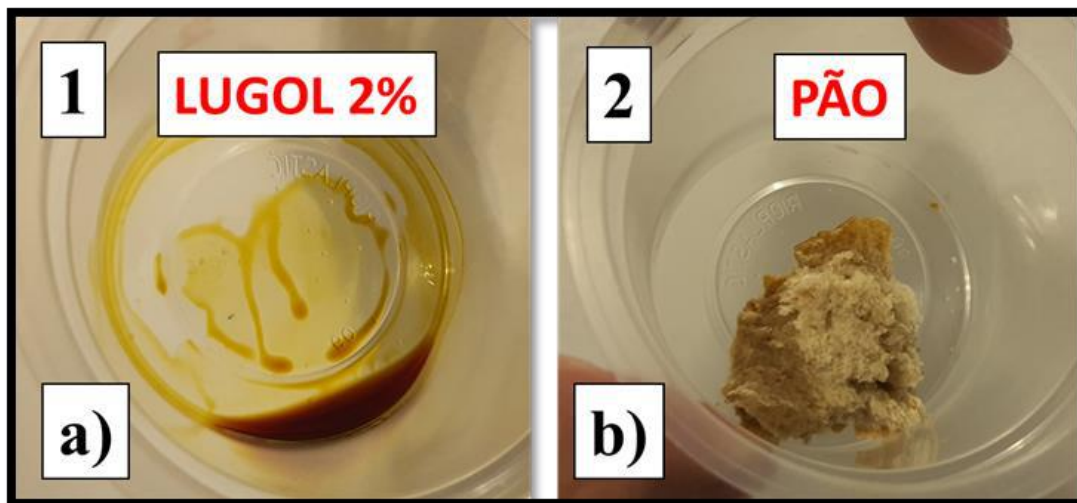
- 1) O tratamento controle serve para verificar a interferência do meio externo no experimento e também como efeito comparativo dos resultados obtidos
- 2) O tipo específico de carboidrato é o amido, sendo um polissacarídeo.
- 3) Ocorreu mudança no tratamento número 3, pois o amido presente no pão, reagiu com o reagente utilizado (Lugol 2%), alterando sua coloração inicial marrom para o azul escuro intenso. Houve a complexação desse reagente na estrutura molecular do amido do pão, por meio da ligação química do tipo íon-dipolo, o que resultou na coloração observada.
- 4) Ocorrerá a degradação do amido presente no pão, por meio da enzima amilase salivar (ptialina) oriunda da saliva. Esse resultado é diferente, uma vez que quebrado o amido pela enzima ptialina da saliva, não ocorrerá a complexação do reagente Lugol 2%, e a coloração do mesmo, não ficará escurecida.
- 5) A função da enzima amilase salivar ou ptialina, é a de hidrolisar o amido que é um polissacarídeo, em unidades menores de dissacarídeos de maltose (glicose + glicose). Essa enzima é produzida nas glândulas salivares (que é formada pela glândula parótida, sublingual e submandibular).

Fonte: Autores (2022).

### 3. Resultados e Discussão

Como resultado proposto desta atividade, esperamos que o empenho e o envolvimento dos alunos bem como as discussões e questionamentos mediados pelo professor possam fixar o conteúdo adquirido previamente, ampliando assim o conhecimento. A aula prática, também permite estimular que o aluno vivencie fenômenos advindos da experimentação, aguçando-se assim o ato de fazer ciência, principalmente formulando e respondendo hipóteses. Abaixo, encontram-se dispostos os resultados esperados da aula prática proposta. Nos tratamentos de número 1 e 2 (Figura 3a e 3b), nada ocorreu, uma vez que foram os controles do experimento.

**Figura 3.** Controle do experimento. a) coloração original laranja escura do reagente de Lugol 2%. b) Pedaco de pão. Em ambos os tratamentos, nada ocorreu.



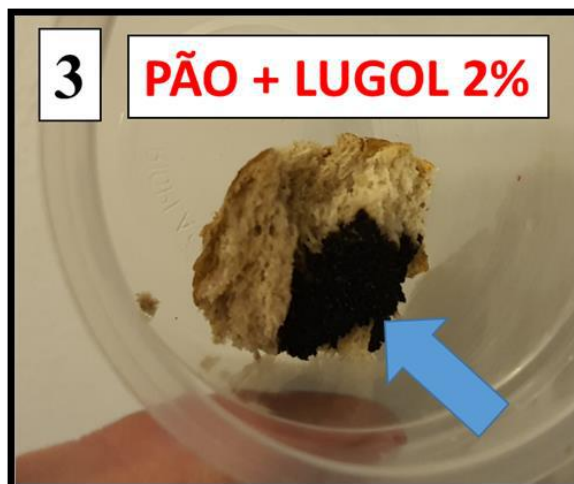
Fonte: Autores (2022).

Ressaltar aos alunos a importância da existência de um tratamento controle. Este, serve para verificar a interferência do meio externo no experimento e também como efeito comparativo dos resultados obtidos nos outros tratamentos, sob influência de alguma intervenção.

No tratamento número três (Figura 4), contendo PÃO + LUGOL 2%, ao gotear este reagente, ocorreu mudança de coloração para um tom muito mais escuro. Isso ocorreu, porque o Lugol é um reagente composto por moléculas de Iodo ( $I_2$ ) em adição com o Iodeto de Potássio (KI), resultando em íons  $I_3^-$ , que irão se complexar na estrutura interna do amido (polissacarídeo) do pão, por meio de uma ligação química denominada íon-dipolo (Ferreira, et al., 2008). Essa complexação, resulta na mudança da cor do reagente que originalmente era laranja para azul escuro (Gonçalves, 2022) tendendo a uma cor mais negra, pela grande presença do amido presente no pão, por meio da farinha de trigo. Assim, vale a pena ressaltarmos que o amido, é formado pela amilose e amilopectina (UFPB, 2017). A estrutura molecular da amilose, se dá no formato helicoidal, acomodando os íons triiodeto, em um total de seis voltas em sua hélice, exibindo uma coloração azul, já a molécula de amilopectina, é estruturalmente ramificada, possuindo hélices menores, formando um complexo de cor marrom-avermelhada. (Barreiros & Barreiros, 2022).



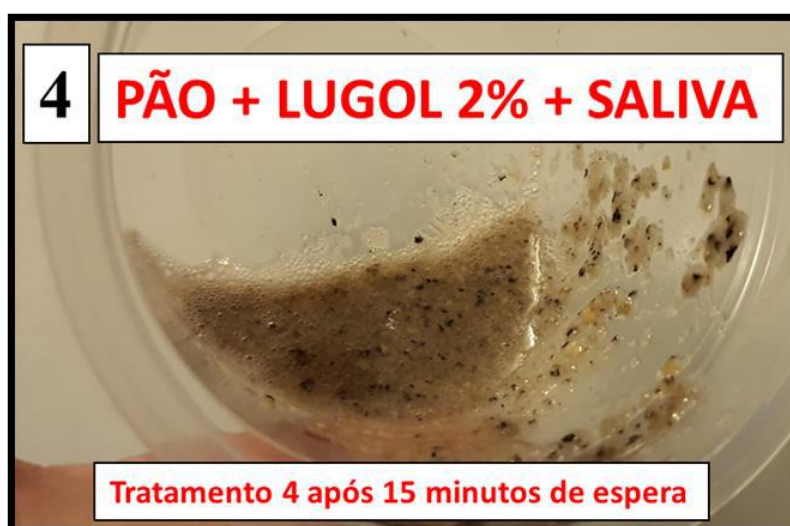
**Figura 4.** Resultado observado com a presença do pão em contato com o Lugol 2%. A seta indica a coloração escura do amido do pão em contato com esse reagente.



Fonte: Autores (2022).

No tratamento número quatro (Figura 5) contendo PÃO + SALIVA + LUGOL 2%, grande parte do amido existente, foi quebrado pela ação da amilase salivar, enzima que degrada o amido presente na saliva. Assim, como pode ser visto abaixo, a coloração dessa reação ficou bem mais clara, evidenciando-se a quebra das moléculas de amido, em unidades menores (em um dissacarídeo), ou seja, de maltose (glicose + glicose).

**Figura 5.** Resultado observado com a presença da saliva em contato com o pão e o Lugol 2%. Pode ser observado uma coloração bem mais clara do Lugol em relação ao tratamento número 3, que ocorreu pela ação da hidrólise do amido do pão pela enzima amilase salivar (ptialina) presente na saliva.

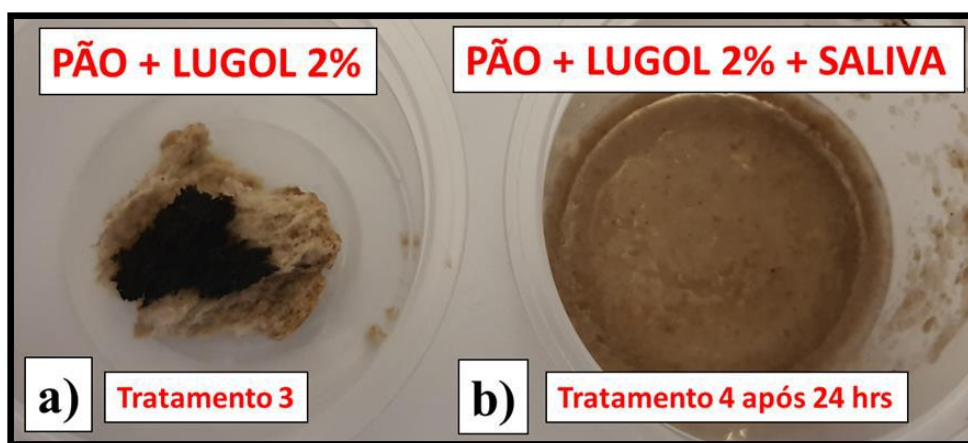


Fonte: Autores (2022).

Nessa etapa da aula prática o professor pode ligar os conceitos abordados na parte teórica, explicando aos alunos que os alimentos detentores de amido (várias unidades de glicose) como por exemplo, o pão, o biscoito e a mandioca e etc, possuem grande quantidade de amido, e estes por sua vez são quebrados em moléculas menores (maltose, que é formada por 2 unidades de glicose) na boca, pela ação da enzima amilase salivar presente na saliva. Após 24 horas (Figura 6), podemos

observar na Figura 6, que o amido presente no pão (tratamento 4), foi totalmente quebrado pela enzima amilase salivar da saliva.

**Figura 6.** Comparação do tratamento número 3 (pão + Lugol 2%) e tratamento 4 (pão + Lugol 2% + saliva) após 24 horas. Na figura a) o Lugol reagiu com o amido do pão, obtendo-se uma coloração bastante escura. Em b) observamos que o amido do pão, foi totalmente quebrado pela enzima amilase salivar presente na saliva, mostrando desaparecimento completo da coloração escura do Lugol 2% após 24 horas.



Fonte: Autores (2022).

Assim, é na boca que ocorre a primeira etapa da digestão química dos polissacarídeos proveniente dos alimentos ingeridos, como é o caso do pão, por exemplo. No estômago, em detrimento do pH extremamente ácido (próximo de 2) (Reece et al., 2015), do suco gástrico, secretado pelas células das glândulas gástricas (Sadava et al., 2009), a enzima amilase salivar perde sua função. Em sequência, a maltose poderá então, ser digerida no intestino por meio da enzima maltase, hidrolisando-a em unidades de glicose, prontas para serem absorvidas pelas microvilosidades do intestino.

Loureiro et al. (2019), com o objetivo de identificar polissacarídeos, presentes em vários alimentos do cotidiano, encontraram expressiva presença de amido, ao gotejar o reagente de Lugol no pão francês, exibindo uma coloração bastante intensa. Os autores discutem que, um dos componentes de fabricação do pão francês é a farinha de trigo, sendo rica em amido, representando uma parcela expressiva de 75%. Além disso, a metodologia utilizada pelos autores, pode ser empregada pelos docentes dentro de sala de aula, no intuito de facilitar a aprendizagem e promover o ato de fazer ciência, aos alunos na disciplina de Biologia.

Em detrimento a pandemia do novo coronavírus (SARS-CoV-2), que é o agente acusador da doença viral COVID-19, que vem assolando todo o mundo, e no caso do nosso país, desde março de 2020, como medida protetiva para frear o avanço das infecções, as escolas e universidades foram fechadas presencialmente (Costa, et al., 2021). Neste sentido as aulas estão sendo realizadas de maneira semipresencial ou virtual. Assim, como sugestão, a atividade prática proposta, poderá ser realizada pelos alunos em suas próprias casas, sob orientação prévia do professor da disciplina de Biologia. Os alunos poderão tirar fotos dos resultados ou gravar vídeos, explicando as reações obtidas. As fotos, e os vídeos, bem como as questões respondidas, poderão ser enviados via e-mail ao professor, para correção. Em um próximo encontro, o docente poderá comentar com os alunos sobre os resultados obtidos, discutindo e problematizando com o que foi contextualizado em aulas teóricas, permitindo-se assim esclarecer possíveis dúvidas dos alunos.

#### 4. Conclusão

A atividade proposta, possui grande impacto no processo norteador do ensino e da aprendizagem dos alunos, na disciplina de Biologia, facilitando a contextualização e assimilação do conteúdo trabalhado, além de instigar o ato de fazer ciência, formulando e respondendo hipóteses.

Como atividades futuras, o docente poderá propor outras atividades experimentais, como por exemplo a degradação das proteínas da fibra da carne (boi, frango, peixe e etc.) por meio do amaciante de carnes em pó adquirido comercialmente, ou também, de enzimas de frutas tropicais, oriundas do mamão, do abacaxi, do kiwi e do figo, correlacionando com o tópico de Digestão de proteínas no estômago, na Fisiologia do Sistema digestório humano.

#### Agradecimentos

O autor agradece a Revista Research, Society and Development (RSD) pela publicação, e os revisores que contribuíram para a correção e pelas sugestões valiosas do presente artigo.

#### Referências

- Albuquerque, F. P., Miléo, J., De Lima, J. M. M., & Barbola, I. F. (2014). Entomologia no ensino médio técnico agrícola: Uma proposta de trabalho. *Revista Eletrônica de Educação*, 8(3), 251-265. <http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/1030/370>
- Barreiros, A. L. B. S., & Barreiros, M. L. (2022). Aula 2 – Carboidratos Experimental. [https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11250927032012Quimica\\_Biomoleculas\\_Aula\\_02.pdf](https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11250927032012Quimica_Biomoleculas_Aula_02.pdf)
- Costa, B. B Fernandes, L. S., & De Paula, M. C. (2021). Ensino de matemática remoto: uma experiência inédita na educação básica. *Revista Concilium*, 21(1), 20-35, 2021. <https://clium.org/index.php/edicoes/article/view/66/55>
- Estrela, C. (2018). *Metodologia Científica: Ciência, Ensino, Pesquisa*. Editora Artes Médicas.
- Ferreira, G. L., Costa, V. C., & Araujo, M. H. (2008). *Diminuição do amido em bananas maduras: um experimento simples para discutir ligações químicas e forças intermoleculares*. Encontro Nacional de Ensino de Química [Internet]. Curitiba: XIV ENEQ. <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0950-1.pdf>
- Gonçalves, T. M. (2021a). A guerra imunológica das células contra os patógenos: a proposta de um modelo didático tridimensional de baixo custo para simulação da resposta imune celular mediada por linfócitos TCD8+. *Brazilian Journal of Development*. 7(1), 4854-4860. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-329>
- Gonçalves, T. M. (2021b). Permeabilidade da membrana plasmática celular da beterraba: uma proposta de aula prática no ensino médio. *Research, Society and Development*. 10(3), 1-9. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13479>
- Gonçalves, T. M. (2022). Identificando polissacarídeos vegetais: integrando naprática a Bioquímica e a Botânica no ensino médio. *Revista ECCOM – Educação, Cultura e Comunicação*. 13(25), 42-50. <http://unifatea.com.br/seer3/index.php/ECCOM/article/view/1451/1593>
- Hill, R. W., Wyse, G. A., & Anerson M. (2012). *Fisiologia Animal*. (2ª ed.): Ed. Artmed.
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, INEP (2019). *Dados do censo escolar*. <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-escolar/dados-do-censo-escolar-noventa-e-cinco-por-cento-das-escolas-de-ensino-medio-tem-acesso-a-internet-mas- apenas-44-tem-laboratorio-de-ciencias>
- Krasilchik, M. (2019). *Prática de Ensino de Biologia*. Edusp, São Paulo, 199p.
- Loureiro, A. C., Sá, S. K. G., Nogueira, D. M., Comapa, S. S., Santos, B. M., Pereira, M. M., Souza, A. Q. L., & Nascimento, B. F. V. (2019). Estudo em alimentos cotidianos: Pesquisa de polissacarídeos através da reação com iodo. *Brazilian Journal of Development*, 5(11), 24243-24253. <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/4485>
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (2013). *Pesquisas em educação: uma abordagem qualitativa*: E.P.U.
- Murata, N. G., & Oliveira, A. L. (2017). *Identificação e Análise de Atividades Investigativas em Livros Didáticos de Biologia*. In XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. <http://www.abrapeconet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0935-1.pdf>
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria, 1º edição.
- Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2015). *Biologia de Campbell*. (10ª ed.): Artmed,
- Sadava, D., Heller, H. C., Orians, G. H., Purves, W. K., & Hillis, D. M. (2009). *Vida: a Ciência da Biologia Volume III: Plantas e Animais*. 8ª ed, Porto Alegre: Ed. Artmed.



Sousa, T. O., Júnior, O. V. S., & Paixão, G. C. (2021). Ensino de Biologia: construção de conhecimento por meio de aulas práticas. *RECH-Revista Ensino de Ciências e Humanidades –Cidadania, Diversidade e Bem Estar*. 5(2), 443-468. <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/rech/article/view/8975/6482>

Tourinho e Silva, A. C., & Souza, D. N. (2020). Sequências de ensino investigativas para o ensino de ciências. Ed. CRV.

UFPB (2017). *Laboratório Didático de Bioquímica. Teste do Iodo*. <http://plone.ufpb.br/ldb/contents/paginas/teste-do-iodo>