

O ácido clorídrico (HCl) no estômago: propondo uma aula prática simples e de baixo custo para a simulação de aspectos Fisiológicos da digestão na disciplina de Biologia

Hydrochloric acid (HCl) in the stomach: proposing a simple and low-cost practical class for the simulation of physiological aspects of digestion in the discipline of Biology

Ácido clorhídrico (HCl) en el estómago: proponiendo una clase práctica simple y de bajo costo para la simulación de aspectos fisiológicos de la digestión en la disciplina de Biología

Recebido: 08/06/2021 | Revisado: 17/06/2021 | Aceito: 25/06/2021 | Publicado: 30/07/2021

Tiago Maretti Gonçalves

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

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

E-mail: tiagobio1@hotmail.com

Resumo

Na atualidade, mais do que nunca, o professor é constantemente desafiado em educar os alunos utilizando além das aulas teóricas a proposta e execução de aulas práticas. Dessa forma, na disciplina de Biologia, as aulas experimentais são de grande importância no processo de ensino e aprendizagem, pois permitem aplicar na prática o que foi aprendido nas aulas teóricas, e instigam a ótica da experimentação científica facilitando o aprendizado dos discentes. Nesse sentido, utilizando materiais simples e de baixo custo, o principal objetivo desse artigo é a proposta de uma aula experimental com o intuito de facilitar a aprendizagem dos alunos na disciplina de Biologia no Ensino Médio, no que tange ao mecanismo de digestão de proteínas na Fisiologia do estômago Humano, além de aspectos relacionados a proteção da mucosa gástrica na presença do ácido clorídrico (HCl). Assim, com a realização dessa aula experimental, acreditamos que os alunos possam contextualizar o aprendizado da temática proposta de maneira mais efetiva, além de tornar mais presente a experimentação científica dentro do ambiente escolar.

Palavras-chave: Aulas práticas; Estômago; Epitélio gástrico; Células parietais; Ensino.

Abstract

Nowadays, more than ever, the teacher is constantly challenged in educating students using, in addition to theoretical classes, the proposal and execution of practical classes. Thus, in the discipline of Biology, experimental classes are of great importance in the teaching and learning process, as they allow to apply in practice what has been learned in theoretical classes, and instigate the perspective of scientific experimentation, facilitating the learning of students. In this sense, using simple and low-cost materials, the main objective of this article is to propose an experimental class in order to facilitate the learning of students in the discipline of Biology in High School, regarding the mechanism of protein digestion Human stomach physiology, in addition to aspects related to the protection of the gastric mucosa in the presence of hydrochloric acid (HCl). Thus, with the realization of this experimental class, we believe that students can contextualize the learning of the proposed theme in a more effective way, in addition to making scientific experimentation more present within the school environment.

Keywords: Practical classes; Stomach; Gastric epithelium; Parietal cells; Teaching.

Resumen

Hoy más que nunca, el docente tiene el desafío constante de educar a los estudiantes utilizando, además de las clases teóricas, la propuesta y ejecución de clases prácticas. Así, en la disciplina de la Biología, las clases experimentales son de gran importancia en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que permiten aplicar en la práctica lo aprendido en las clases teóricas, e instigar la perspectiva de la experimentación científica, facilitando el aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, utilizando materiales sencillos y de bajo costo, el objetivo principal de este artículo es proponer una clase experimental con el fin de facilitar el aprendizaje de los estudiantes de la disciplina de Biología en la Escuela Secundaria, en lo que respecta al mecanismo de digestión de proteínas en Fisiología del estómago humano, además de aspectos relacionados con la protección de la mucosa gástrica en presencia de ácido clorhídrico (HCl). Así, con la realización de esta clase experimental, creemos que los alumnos pueden contextualizar el aprendizaje de la temática propuesta de una forma más eficaz, además de hacer más presente la experimentación científica dentro del ámbito escolar.

Palabras clave: Clases prácticas; Estómago; Epitelio gástrico; Células parietales; Enseñando.

1. Introdução

A Fisiologia Humana (termo que possui o significado de “conhecimento da natureza do homem”) é a área da Biologia que se preocupa em estudar o mecanismo do funcionamento normal de um organismo e de suas partes, incluindo todos os processos físicos e químicos (Silverthorn, 2017). Na disciplina de Biologia, no Ensino Médio, a área de Fisiologia Animal é dotada por muito termos e processos, sendo um grande desafio para a motivação e a plena aprendizagem dos discentes. Somado a isso, atualmente muitos docentes ainda preferem desenvolver suas aulas baseadas em estratégias tradicionais e muito expositivas, (Poso, Silva & Poso, 2021) utilizando-se principalmente o uso de aulas teóricas, o que pode desmotivar o interesse (Varadinov *et al.*, 2021), prejudicando o aprendizado dos alunos. Nesse sentido, Moraes, Silva & Souza (2016, p. 18), ressalta que “as aulas expositivas favorecem os conteúdos conceituais, mas trabalham pouco com os conteúdos atitudinais e procedimentais, e com isso contribuem pouco para a formação científica, que visa o desenvolvimento da argumentação e da crítica”. No entanto, um ensino baseado não somente em aulas meramente expositivas possui valores benéficos, assim como discutido por Krasilchik (2004, p. 81): “estas servem para introduzir um assunto novo, sintetizar um tópico, ou comunicar experiências pessoais do professor”.

Outro ponto a ser colocado é a restrita utilização do uso do livro didático como principal meio de trabalho dos professores, evitando buscar outros recursos dentro de sala de aula (Delizoicov, Angotti & Pernambuco, 2018). Para superarmos todos esses obstáculos, segundo Gonçalves (2021a), é de grande importância a utilização de metodologias alternativas de ensino, como por exemplo o uso de aulas práticas dentro das disciplinas de Ciências e Biologia, no Ensino Médio.

Krasilchik (2004), defende que estas possuem um lugar de destaque dentro dos cursos de Biologia, desempenhando funções singulares tais como: permitir aos discentes que tenham contato direto com os fenômenos, operando materiais e equipamentos, além da observação dos seres vivos (organismos). Pimentel, Oliveira e Maciel (2017, p. 162) afirmam que a abordagem de aulas experimentais “é essencial para articulação de fato entre teoria e prática, na busca de um conhecimento transformador, tendo como base a experiência adquirida pelos alunos. Já, Gonçalves (2021b; 2021c), defendem que o uso de atividades experimentais dentro do ensino de Biologia promove ao aluno, o ato de despertar a ótica da experimentação científica, formulando hipóteses, facilitando-se assim o processo de aprendizagem dos discentes, além de aplicar no contexto prático o que foi vivenciado na teoria. Em consonância com o exposto, Scarpa e Silva (2014, p. 134), ressaltam que: “o ensino de Ciências por investigação também está de acordo com uma concepção construtivista de educação, a qual valoriza os processos comunicativos que ocorrem em sala de aula e o papel das interações entre os sujeitos na construção de significados”.

Almeida (2012, p 148) destaca que “a realização de aulas práticas pode aumentar em muito algumas habilidades dos estudantes, como realizar medidas, solucionar problemas passíveis de resolver de maneira experimental e comunicar resultados através de relatórios”. No entanto, a abordagem e o uso de aulas prática no ensino de Biologia ainda é pouco utilizada no âmbito do cotidiano escolar dos alunos. O despreparo dos professores, a ausência de estrutura física adequada e a falta de tempo, são alguns fatores que dificultam a realização dessa modalidade de ensino no contexto escolar (Marandino, Selles & Ferreira, 2009). Segundo dados do Instituto Nacional e Pesquisas Educacionais (INEP, 2019), uma parcela pouco expressiva de 38,8% das escolas públicas no Brasil possui laboratórios de Ciências e Biologia para a condução e o desenvolvimento de aulas práticas.

Neste sentido, a aula prática proposta não necessita necessariamente de um laboratório equipado, com vidrarias e equipamentos sofisticados, mas sim, materiais, simplificados e de baixo custo que podem ser adquiridos e utilizados na sala de aula ou até mesmo dentro do ambiente caseiro, uma vez que o ensino tem seguido o modelo virtual, ou semi-presencial de ensino em detrimento à pandemia do novo coronavírus (SARS Cov-2).

Desta forma, o principal objetivo do presente trabalho é a proposta de uma aula experimental com o intuito de facilitar

a aprendizagem dos alunos na disciplina de Biologia no Ensino Médio, no que tange ao mecanismo de digestão de proteínas na Fisiologia do estômago Humano, além de aspectos relacionados a proteção da mucosa gástrica na presença do ácido clorídrico (HCl).

2. Materiais e Métodos

A proposta metodológica do presente artigo é um experimento de caráter qualitativo, e foi baseado em partes e com modificações no experimento proposto por Raju's natural science academy (2019). A aula experimental possui duração média de 50 minutos, tendo como público alvo os alunos do 2º ano do Ensino Médio. No quadro abaixo, estão relacionados os conteúdos que a proposta experimental permite ser trabalhada com os alunos.

Quadro 1. Conteúdos trabalhados sob a ótica da Biologia na aula experimental proposta.

Área da Biologia	Conteúdos
Fisiologia do Sistema Digestório (Estômago)	Mecanismo de ação da digestão e desnaturação das proteínas por meio do HCl e por enzimas específicas.
	Ativação da enzima pepsinogênio em pepsina por meio do HCl
	Ocorrência de proteção interna do epitélio gástrico contra a ação lesiva do HCl.
	Mecanismo de produção do HCl por meio das células parietais do estômago.

Fonte: Autor (2021).

2.1 Materiais necessários

Abaixo, estão dispostos os materiais necessários para execução da atividade prática.

- 3 pires ou pequenos copos de plástico;
- HCl ou Ácido muriático (facilmente encontrado em casas de produtos de limpeza);
- Pipeta Pasteur ou conta gotas;
- Vaselina sólida (adquirida em farmácias);
- 3 cubos de carne cruas bovinas;
- Cronômetro;
- Fita universal indicadora de pH ou Azul de Bromofenol (facilmente adquiridos em lojas de materiais de laboratório);
- EPI (Equipamento de proteção individual, como luvas, jaleco, óculos de proteção e máscara);
- Caneta marcadora para identificação dos tratamentos.

2.2 Condução da atividade prática

Inicialmente, os tratamentos do experimento deverão ser montados e devidamente identificados (com o auxílio de uma caneta marcadora) conforme constam no Quadro 2. Nesta etapa da aula, o professor deve alertar aos alunos que ao manusearem o ácido clorídrico (HCl), todos devem se proteger com o uso de EPI's, como jaleco, luvas, óculos e máscara, evitando-se assim possíveis acidentes. Vale a pena ressaltarmos que essa aula prática por utilizar um reagente ácido é recomendada ser conduzida de maneira demonstrativa do professor para os alunos. Caso os alunos forem realizar a aula prática, todos os cuidados acima descritos devem ser seguidos, mantendo-se assim a segurança dos alunos e do professor.

Quadro 2. Montagem e identificação dos tratamentos do experimento.

Legendas	Tratamentos
Pires 1 (Tratamemnto 1a)	Controle (padrão) do experimento, apenas um cubo cru de carne bovina.
Pires 2 (Tratamemnto 1b)	1 cubo de carne crua bovina + 10 gotas de HCl.
Pires 3 (Tratamemnto 1c)	1 cubo de carne crua bovina revestida com vaselina sólida + 10 gotas de HCl

Fonte: Autor (2021).

No pires número 1, será o controle do experimento. No pires 2, os alunos deverão gotejar cerca de 10 gotas de HCl e no pires número 3, estarão o cubo de carne e a vaselina sólida. Neste último tratamento, com o auxílio de uma colher, revestir toda sua superfície da carne com uma generosa camada de vaselina sólida e após isso, gotejar 10 gotas de HCl. Após o término da condução do último tratamento, deverá ser cronometrado 15 minutos. Finalizado esse tempo, os alunos irão observar e anotar os resultados obtidos, comparando com o pires 1, ou seja, o controle do experimento. Fitas indicadoras de pH, podem ser utilizadas no tratamento número 2 e 3, para indicação do pH do ácido clorídrico ou ácido muriático.

Após o término do experimento, o professor irá discutir e problematizar os resultados com os alunos no escopo da Biologia (Fisiologia Animal do Sistema Digestório). Os resíduos gerados pela aula prática não deverão ser descartados no esgoto ou na pia, mas sim, acondicionados em um frasco escuro e devidamente identificado para seguir o correto descarte (laboratórios, empresas de resíduos, universidades ou centros de pesquisa).

Em detrimento da pandemia do novo coronavírus (SARS Cov-2), as aulas estão seguindo o modo semi-presencial, ou virtual de ensino. Nesse último caso, o professor poderá demonstrar a experiência aos alunos, por meio de uma aula gravada virtualmente. Após os alunos assistirem o conteúdo, os mesmos poderão replicar o experimento em suas casas, pois a proposta experimental desse artigo, utiliza-se como base materiais simples e de baixo custo, não necessitando a realização em um laboratório físico. Porém, o experimento deverá ser acompanhado por um adulto, e sempre utilizando equipamentos de proteção individual e tomando os devidos cuidados para o descarte dos resíduos gerados. Em um próximo encontro virtual, o professor poderá discutir os resultados sob a ótica da Biologia e sanar as possíveis dúvidas dos discentes.

No tópico 4, é proposto ao professor uma lista de exercícios, que poderá ser disponibilizada aos alunos, com o intuito de potencializar a aprendizagem dos mesmos. Já no próximo tópico, (tópico 5) encontram-se as respostas esperadas das questões propostas.

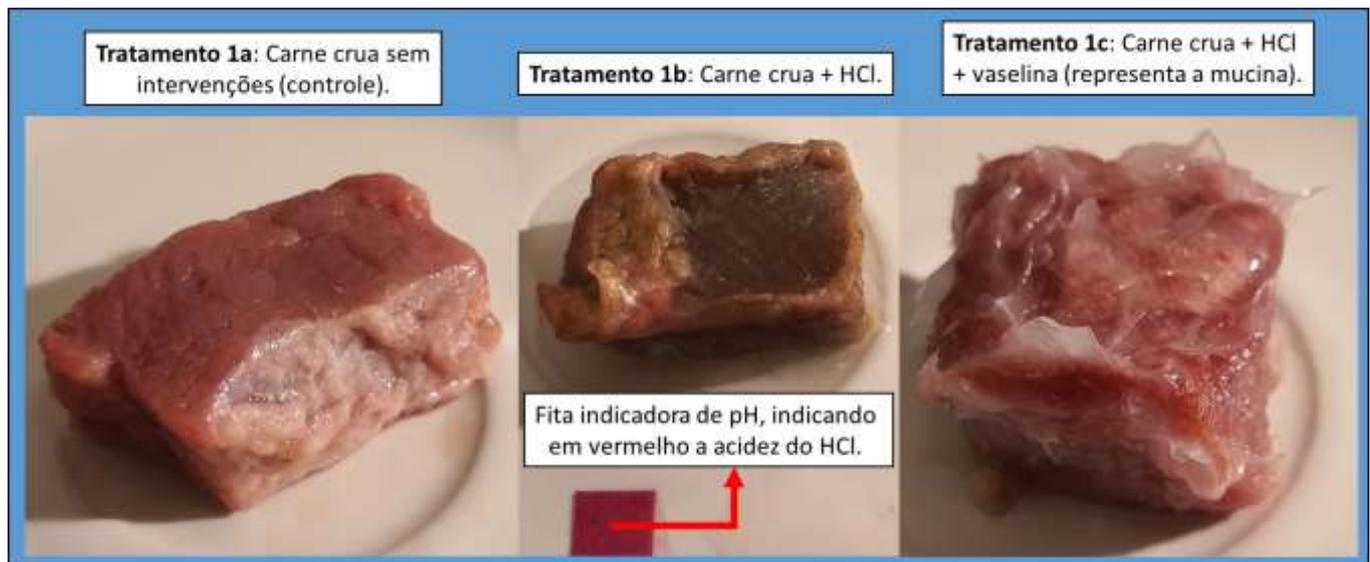
3. Resultados e Discussão

Na Figura 1, encontram-se os resultados da atividade prática proposta. Na figura 1, à esquerda, pode-se visualizar o tratamento 1a, ou seja, o controle (padrão) do experimento. Nesse tratamento como esperado nada irá ocorrer, uma vez que ele possui a função de comparação do experimento em relação a cor e a textura da carne crua. No experimento proposto, a carne simula a parede interna gástrica do estômago. O ácido clorídrico ou ácido muriático utilizado, representa o suco gástrico composto basicamente por HCl formado pelas células parietais e por enzimas (pepsinogênio). Já a vaselina simula a ação do muco, formado basicamente por uma glicoproteína protetora da cavidade interna do estômago, a mucina.

Em relação ao tratamento 1a, discutir com os alunos, a importância da existência do tratamento controle nos experimentos científicos. A adoção de um tratamento padrão (controle) é de grande importância no momento em que o pesquisador irá comparar os resultados obtidos em sua pesquisa. Segundo Python (2013), esse grupo, é definido como aquele que apresenta elementos com todas as características do grupo experimental, com exceção da variável a ele aplicada. Já AmatuZZi *et al.* (2006, p. 54) definem o grupo controle como aquele que “possui nenhuma intervenção, ou é aquele que possui um tratamento padrão ou outra forma de tratamento”. Assim, a adoção de um grupo controle experimental é de grande

relevância, pois esse grupo é utilizado para comparar e avaliar os demais tratamentos que receberão algum tipo de intervenção, fornecendo segurança e confiabilidade nos resultados obtidos pelo pesquisador.

Figura 1. Resultados da atividade prática proposta. 1a: Tratamento (padrão - controle); 1b: Carne crua com HCl que ficou com aspecto degradado e 1c: Carne crua e vaselina que ficou intacta mesmo com adição do HCl. A vaselina simulou o muco que reveste a cavidade interna do estômago constituindo-se principalmente por glicoproteína (mucina).

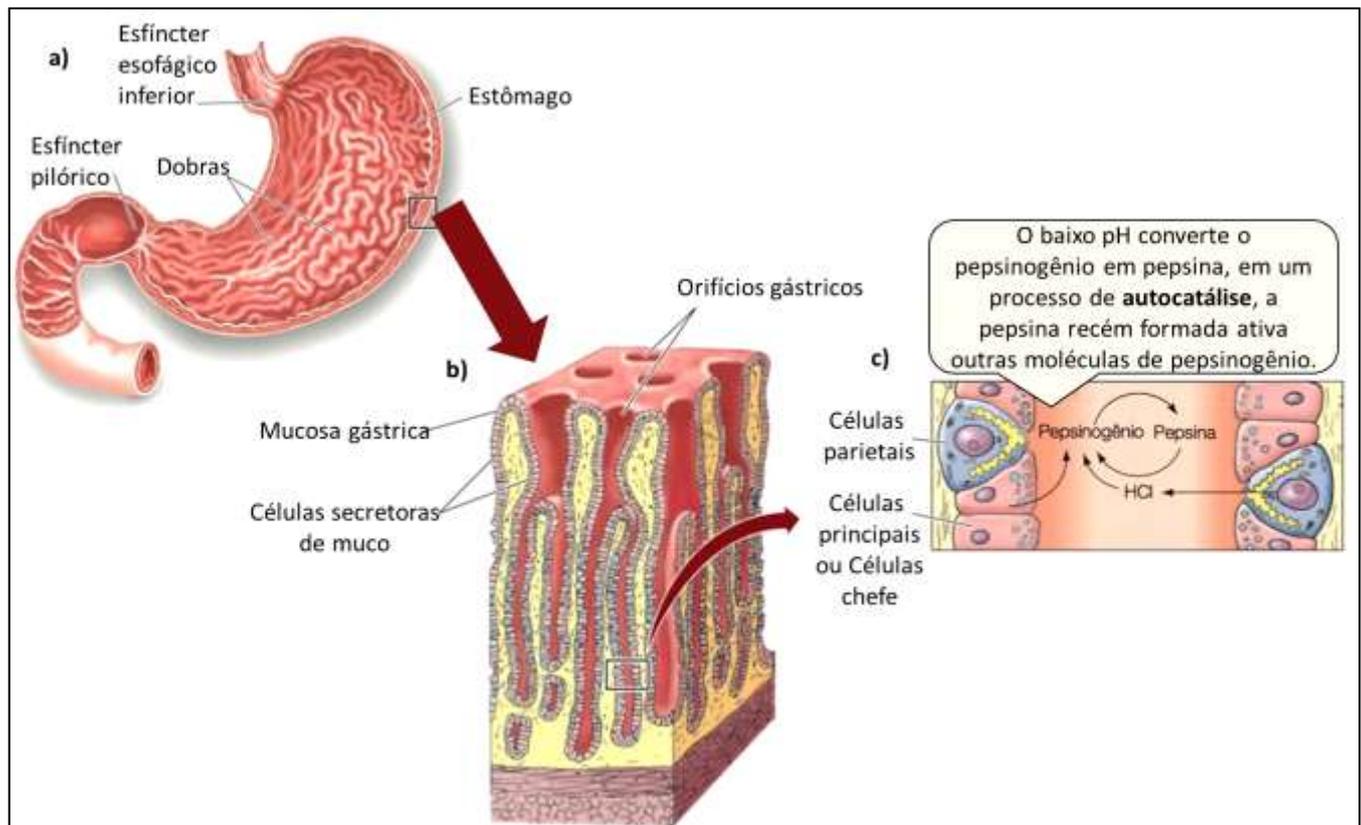


Fonte: Autor (2021).

No centro da Figura 1 (tratamento 1b), está disposto o resultado da carne crua tratada com o ácido clorídrico. Nesse tratamento, ocorreu a degradação e desnaturação das fibras proteicas da carne em detrimento da ação lesiva do ácido clorídrico. Nessa parte do experimento, deve ser ressaltado aos alunos a ação de desnaturação das proteínas em detrimento da alteração do pH, ou seja, quando a carne crua é tratada com um ácido muito forte, como é o caso do ácido clorídrico que o nosso estômago sintetiza, ela e outros alimentos tendem a se degradar e a se desnaturar. No caso da carne, formada basicamente por proteínas, o ácido clorídrico não irá romper as ligações covalentes, deixando intacta as suas ligações peptídicas. O que ocorre é que, em meio ácido (HCl), o que pode ser modificado é a carga líquida das proteínas havendo repulsão eletrostática e ruptura de algumas ligações de hidrogênio pela ação do ácido clorídrico, por meio da queda brusca de pH (Nelson e Cox, 2006), o que pode levar a proteína (enzima) a desnaturar-se, pois ocorreu a alteração em sua forma, perdendo sua função. Neste sentido, Reece et al. (2015) ainda explica que, o pH extremamente ácido do suco gástrico, permite realizar o processo de desnaturação das proteínas ingeridas por meio da alimentação cotidiana, assim, as ligações peptídicas das proteínas ficam expostas pela ação lesiva do ácido clorídrico, que ainda podem ser atacadas por outro componente do suco gástrico que são as proteases, como exemplo, a pepsina. Segundo os autores, a pepsina possui plena eficiência em pH baixo (ácido), permitindo a ruptura das ligações peptídicas, transformando as proteínas em polipeptídeos menores, que posteriormente, no intestino delgado irá ocorrer a transformação em aminoácidos individuais (Reece et al. 2015), e consequente absorção dos nutrientes pelas microvilosidades. Nessa parte do experimento o professor pode fazer alusão a Bioquímica e ressaltar a importância das proteínas e enzimas nos seres vivos e do processo de desnaturação que elas podem sofrer em função da alteração do pH (ácidos, bases e outros reagentes, e até mesmo um aumento brusco de temperatura, como o calor). No que tange a Fisiologia Animal do Sistema Digestório, o professor poderá comentar com os alunos de maneira geral, como ocorre a produção do suco gástrico no estômago (Figura 2a). Segundo Reece et al. (2015), o suco gástrico é produzido por tipos celulares diferentes nas glândulas gástricas do estômago, um deles são as células parietais (Figura 2b)

(utilizam um mecanismo de bomba de ATP para expulsar íons H^+ no lume do estômago, e ao mesmo momento, ocorre a difusão de íon Cl^- para o lume, combinando-se para formar o HCl. Já o outro tipo celular são as células principais (Sadava et al. 2009) ou chefe (Figura 2b), que se incumbem na liberação de pepsina no lúmen do estômago em uma forma inativada denominada pepsinogênio (Figura 2c). (Reece et al. 2015). O HCl então irá transformar a forma inativa da enzima pepsinogênio em sua forma ativa chamada de pepsina que irá atuar na digestão das proteínas dentro do estômago.

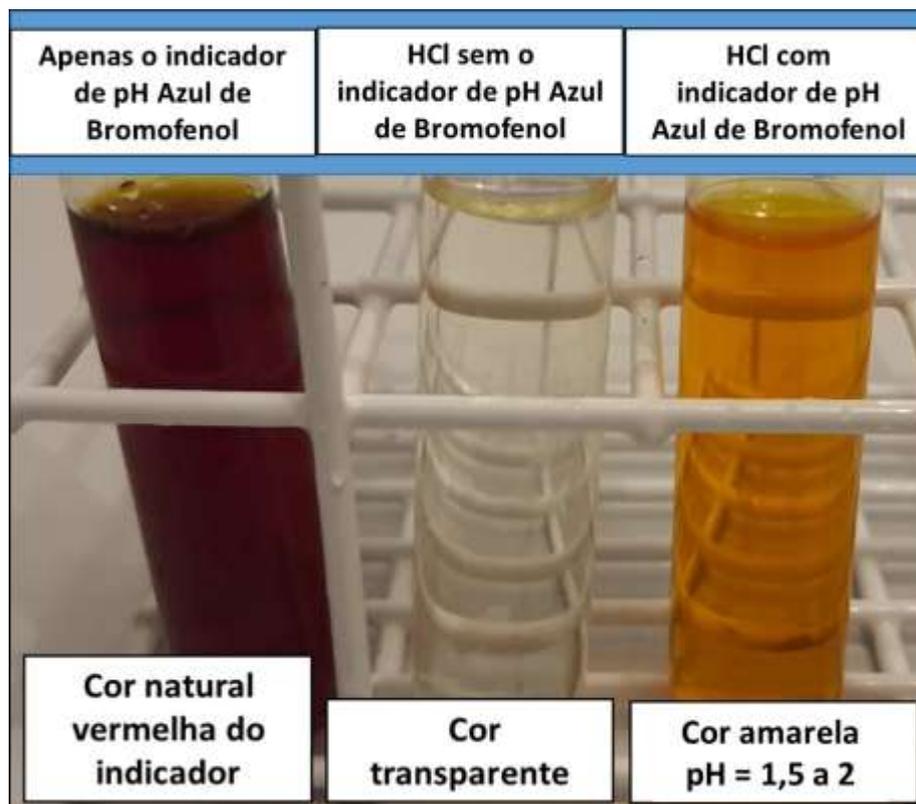
Figura 2. Ação no estômago. a) o estômago humano armazena e digere o alimento ingerido. b) As células gástricas secretam HCl e pepsina. c) O pepsinogênio é convertido em pepsina atuando na digestão das proteínas.



Fonte: Figura adaptada de Sadava et al. (2009, p. 1217), Figura 56.13. Licença para reprodução gentilmente cedida pela Editora Artmed.

Ainda no tratamento 1b, o professor pode com o auxílio de uma fita indicadora de pH universal, mostrar aos alunos que o ácido clorídrico em contato com ela, muda rapidamente sua cor para tom bem avermelhado (Figura 1, tratamento 1b), que após conferir a tabela de padrões de cores obteve-se um resultado de pH entre 1,5 a 2. Já na figura 3, foi utilizado outro indicador de pH, o Azul de Bromofenol, que em condições naturais possui a coloração vermelha. O HCl em contato com esse indicador mudou sua coloração para o amarelo, exibindo na tabela de padrão de comparações um pH entre 1,5 a 2 (Figura 3).

Figura 3. Mudança de coloração do indicador de pH Azul de Bromofenol em contato com o HCl. A coloração do HCl, mudou-se para um tom amarelo.



Fonte: Autor (2021).

Já no último tratamento do experimento, Figura 1 direita (tratamento 1c), foi demonstrado a simulação realizada pela vaselina, em que a carne ficou intacta mesmo administrando-se gotas de ácido clorídrico em toda a sua superfície. O professor deverá explicar aos alunos, que o tratamento da carne com a vaselina faz alusão ao muco produzido pelas células do epitélio gástrico, denominadas células caliciformes. O muco de aparência gelatinosa, é uma barreira física, composta basicamente por glicoproteínas que irão proteger toda a cavidade interna do estômago. Nessa superfície epitelial, em conjunto com a camada mucosa, ocorre a secreção de um líquido aquoso em conjunto com íons bicarbonato (HCO_3^-), formando assim uma espécie de barreira de consistência mucosa alcalina, impedindo sua degradação pelo ácido clorídrico (neutralizando esse ácido) presente no estômago. (Sadava et al., 2009; Reece et al., 2015).

Segundo Marques, Reis e Nogueira (2006), as mucinas são glicoproteínas, com funções de proteção das mucosas, além de servir como moléculas de adesão para microrganismos. Segundo Devine e Mckenzie (1992), as mucinas se dividem em duas classes, a primeira é aquela associadas a membrana que atuam em mecanismos de adesão e anti-adesão a outras moléculas, e a outra classe, são as chamadas secretadas, que podem ou não formar um tipo de gel protegendo a cavidade interna do estômago.

Assim, se não ocorresse essa proteção, o nosso estômago ficaria com a aparência do tratamento número 2, pois foi administrado gotas de ácido clorídrico sem a vaselina (muco), e estaria então com aspecto corroído e degradado. O muco em conjunto com a mucina, são de grande importância, mantendo intacta e sadia a cavidade interna do estômago.

É de relevância ressaltar aos alunos que, quando nossa parede de revestimento mucoso gástrico está danificada (lesionada) podem surgir doenças graves, levando o aparecimento de úlceras, podendo surgir doenças que variam desde a indigestão e azia, ao sangramento estomacal e ao câncer de estômago. As úlceras estomacais podem ser devido ao processo

exagerado na produção de HCl no estômago, no entanto, dois pesquisadores, Robin Warren e Barry Marshall descobriram em pacientes acometidos com úlcera estomacal a presença de bactérias que foi descrita com o nome de *Helicobacter pylori*. Os pesquisadores descobriram que não apenas o *H. pylori* pode causar a úlcera estomacal, mas que também os pacientes com úlcera podem ser curados com a administração de um tratamento médico baseado em antibióticos. Por essas descobertas, os pesquisadores Warren e Marshall foram laureados no ano de 2005 com o prêmio Nobel em medicina (Sadava et al. 2009), representando uma grande descoberta para a saúde humana, e para toda a comunidade científica.

4. Questões Propostas

1) Descreva detalhadamente o que ocorreu com os tratamentos testados na aula prática proposta. Formule hipóteses para responder a questão.

2) Quais as funções desempenhadas pelo ácido clorídrico no nosso estômago. Se o pH interno dessa cavidade se estivesse neutro ou básico, o que ocorreriam com as enzimas pepsinas? Justifique sua resposta.

3) Descreva detalhadamente, como ocorre a digestão das proteínas da carne no estômago utilizada no experimento. Na sua resposta deverá conter as palavras: ácido clorídrico e enzimas.

4) Em sua marmita, João trouxe para o almoço uma macarronada e salada de alface. Maria como é vegetariana, trouxe folhas frescas de alface, tomate, abóbora cozida e rodela de abacaxi. Carlos, trouxe churrasco de picanha, linguiça suína, arroz, feijão e ovos fritos. A digestão da refeição de Carlos requer a ação predominante de quais tipos de enzimas digestivas? Justifique sua resposta.

5) Se a cavidade interna do nosso estômago não fosse revestida por glicoproteínas protetoras como a mucina, o que ocorreria com essa estrutura? Justifique sua resposta.

5. Respostas Esperadas das Questões Propostas

1. No primeiro tratamento (compreendido pela carne crua apenas), nada ocorreu, uma vez que este é o controle do experimento, com a finalidade de comparação dos resultados da experiência.

No segundo tratamento, o HCl ministrado desnaturou as proteínas da fibra da carne, em detrimento à queda severa de pH, alterando a carga líquida das proteínas da carne havendo repulsão eletrostática e ruptura de pontes de hidrogênio. Como resultado, a carne ficou com um aspecto escuro e degradado. Essa etapa do experimento simula o epitélio interno gástrico, na ausência do muco, que é a proteção da cavidade formada principalmente por glicoproteínas que irão proteger o epitélio contra a ação lesiva do suco gástrico, composto por ácido clorídrico.

No último tratamento, a carne ficou intacta (mesma coloração do tratamento controle) pela ação da vaselina, simulando o que ocorre no estômago em condições saudáveis, ou seja, a vaselina simulou o muco composto basicamente por glicoproteínas que impede a corrosão do epitélio gástrico pelo HCl.

2. O ácido clorídrico protege a cavidade gástrica contra possíveis infecções, e desempenha a ativação da enzima pepsinogênio (forma inativa) para a forma ativa que é denominada pepsina. Se o pH da cavidade gástrica permanecesse neutra ou básica, não teria a transformação da enzima pepsinogênio em pepsina, sendo essa última forma ativa da enzima e capaz de

digerir as proteínas.

3. As proteínas ingeridas cotidianamente na alimentação, são degradadas por uma classe de enzimas denominadas proteases. Uma delas é a pepsina. A pepsina é produzida na sua forma inativada denominada pepsinogênio por meio das células chefe. O pepsinogênio então é lançado no lúmen do estômago que em contato com o ácido clorídrico se transforma na sua forma ativa, a pepsina. As proteínas presentes no estômago irão ser desnaturadas primeiro pela presença do ácido clorídrico, que terão suas ligações peptídicas expostas. Logo após esse processo, as enzimas pepsinas irão atuar quebrando essas ligações, transformando as proteínas ingeridas em polipeptídios menores. No intestino delgado ocorrerá a posterior transformação em aminoácidos individuais, havendo sua absorção por meio das microvilosidades.

4. A digestão da refeição feita por Carlos irá requerer a presença de enzimas do tipo proteases (pepsinas), uma vez que nessa refeição existe grande presença de proteínas, de origem animal (churrasco de picanha, linguiça suína, ovos fritos) e de origem vegetal como o feijão.

5. Se a cavidade interna do nosso estômago não fosse revestida por glicoproteínas protetoras como a mucina, ela seria facilmente corroída, gerando muita dor e o aparecimento de doenças como úlceras, má digestão, azia e até câncer.

6. Conclusão

A prática de aulas experimentais na disciplina de Biologia, é uma metodologia de grande importância no processo de ensino e aprendizagem dos discentes, visto que essa abordagem de ensino permite unir a teoria, na prática, além de motivar os alunos, facilitando sua aprendizagem. Além de desenvolver no aluno o interesse pela ciência, formulação e resposta de hipóteses.

Pela atividade prática proposta, os alunos poderão compreender melhor o assunto de Fisiologia do Sistema Digestório, principalmente no que tange ao papel importante das enzimas, do ácido clorídrico na digestão de proteínas no estômago, e a proteção desse órgão tão fascinante, realizada por meio das moléculas de mucina, uma glicoproteína que reveste o epitélio interno estomacal, contra a acidez e o baixo índice de pH do meio.

Como perspectivas futuras, o docente poderá propor aos alunos outros experimentos práticos utilizando materiais simples e de baixo custo relacionados a outras áreas da Fisiologia Animal como por exemplo, a simulação da digestão de proteínas por enzimas proteolíticas naturais presentes em frutas tropicais como o abacaxi, o mamão e o kiwi e até mesmo uso de enzimas digestivas presentes no amaciante de carnes comerciais (Gonçalves, 2021c; 2021d).

Agradecimentos

Agradeço a editora Artmed, pela permissão de publicação da Figura 2, modificada e originalmente denominada Figura 56.13, oriunda da obra de Sadava et al. (2009). Também, são dignos de agradecimentos, 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

- Almeida, M. J. (2012). 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 e social*. Editora Cortez, 137-157.
- Amatuzzi, M. L. L., Barreto, M. C. C., Litvoc, J., & Leme, L. E. G. (2006). Linguagem metodológica: parte 1. *Acta Ortopédica Brasileira*, 14(1), 53-56. <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-78522006000100012>

- Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. (2018). *Ensino de Ciências fundamentos e métodos*. (2a ed.), Cortez Editora.
- Devine, P. L., & McKenzie, I. F. (1992). Mucins: structure, function, and association with malignancy. *Bioessays*, 14(9): 619-25.
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2019). *Dados do censo escolar*. http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/dados-do-censo-escolar-noventa-e-cinco-por-cento-das-escolas-de-ensino-medio-tem-acesso-a-internet-masapenas-44-tem-laboratorio-de-ciencias/21206
- 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. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13479>
- Gonçalves, T. M. (2021c). 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*, 21(5), 1-5. <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/5/ensinando-biologia-em-tempos-de-pandemia-um-laboratorio-caseiro-com-materiais-simples-e-de-baixo-custo-para-a-simulacao-da-digestao-de-proteinas>
- Gonçalves, T. M. (2021d). Uma proposta de aula prática para facilitar o ensino de Bioquímica: Identificando a ação proteolítica de frutas tropicais e do amaciante de carne. *Research, Society and Development*. 10(6), 1-11. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15908>
- Krasilchik, M. (2004). *Prática de Ensino de Biologia*. Edusp, 199p.
- Marandino, M., Selles, S. E., & Ferreira, M. S. (2009). *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. Cortez Editora
- Moraes, F. A., Silva, J. H. F., & Souza, V. P. (2016). A produção de ferramentas e equipamentos de laboratório para laboratórios de ciências e matemática: O blog como uma ferramenta de ensino de Química. Projeto Integrador UNIVESP, https://www.academia.edu/30268497/PRODU%C3%87%C3%83O_DE_FERRAMENTAS_E_EQUIPAMENTOS_DE_LABORAT%C3%93RIO_PARA_LABORAT%C3%93RIOS_DE_CI%C3%84NCIAS_E_MATEM%C3%81TICA_O_blog_como_uma_ferramenta_de_ensino_de_Qu%C3%ADmica
- Marques, T., Reis, C. B., & Nogueira, A. M. M. F. (2006). O papel das mucinas gástricas na infecção por *Helicobacter pylori*. *Revista Médica de Minas Gerais*, 16(1): 38-42. <http://rmmg.org/artigo/detalhes/249#:~:text=Mucinas%20s%C3%A3o%20glicoprote%C3%ADnas%2C%20agentes%20protetores,reconhecem%20receptores%20nas%20c%C3%A9lulas%20superficiais.>
- Pimentel, P. M. S., Oliveira, M. V. P., & Maciel, E. M. (2017). Teoria e prática no âmbito do ensino médio: análise de casos no Piauí e Ceará para o ensino de biologia. *RENCIMA*. (8)3, 158-173. <http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1200/902>
- Pithon, M. M. (2013). Importance of control group in scientific research. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 18(6), 13-14. <https://br.dpjo.net/dpjo-v18n06-2013-13/#:~:text=O%20grupo%20controle%20%C3%A9%20constitu%C3%ADdo,parte%20vital%20do%20m%C3%A9todo%20cient%C3%ADfico.>
- Poso, F. F., Silva, R. I., & Poso, F. F. (2021). O ensino de Biologia por meio de experimentos simples no contexto do tema respiração pulmonar em uma escola pública do estado do Rio de Janeiro. *Revista Ciências & Idéias*. 12(1). 35-49.
- 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, 1442p.
- Raju's natural science academy (2019). *Leaf and acid experiment, how does the stomach protected from acid*. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=A6GFxhH3M_M
- 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.), Artmed, 1252p.
- Scarpa, D. L., & Silva, M. B. (2014). A Biologia e o ensino de Ciência por investigação: dificuldades e possibilidades. In Carvalho, A. M. P., (Org.). Oliveira, C. M. A., Scarpa, D. L. Sasseron, L. H., Sedano, L., Silva, M. B., Capecchi, M. C. V. M., Abib, M. L. V. S., & Bricia, V. *Ensino de Ciências por investigação – condições para implementação em sala de aula*. (129-152p). Cengage Learning.
- Silverthorn, D. U. (2017). *Fisiologia Humana: uma abordagem integrada*. (7a ed.), Artmed.
- Varadinov, M. J., Dias, C., Vaz, J. B., & Santos, C. (2021). A aplicação do modelo de aprendizagem colaborativa como suporte à aquisição dos conhecimentos teóricos. *Brazilian Journal of Development*. 7(2), 12561-12566.