

Uma proposta de aula prática para facilitar o ensino de Bioquímica: Identificando a ação proteolítica de frutas tropicais e do amaciante de carne

A practical class proposal to facilitate the teaching of Biochemistry: Identifying the proteolytic action of tropical fruits and meat tenderizer

Una propuesta de clase práctica para facilitar la enseñanza de la Bioquímica: Identificando la acción proteolítica de frutas tropicales y ablandador de carnes

Recebido: 08/05/2021 | Revisado: 16/05/2021 | Aceito: 18/05/2021 | Publicado: 02/06/2021

Tiago Maretti Gonçalves

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

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

E-mail: tiagobio1@hotmail.com

Resumo

A Bioquímica é uma vertente da Biologia fascinante que possui como principal objetivo o estudo da química da vida. No entanto, no Ensino Médio ela é encarada por muitos alunos como uma área complexa e abstrata. Para superarmos tais obstáculos, o objetivo do presente trabalho é a proposta de uma atividade metodológica prática com o intuito de facilitar e instigar a aprendizagem dos alunos dentro da disciplina de Biologia no Ensino Médio. Nesse sentido, é utilizado materiais simples e de baixo custo, na abordagem da identificação proteolítica de proteínas com o uso de sucos de frutas tropicais como o abacaxi, mamão, kiwi e o amaciante de carnes em pó, na degradação da gelatina e de fibras da carne de boi. Por ser uma atividade que não demanda a existência de um laboratório físico, os próprios alunos podem replicá-la em suas próprias casas, sendo altamente recomendada nos dias de hoje, em que as aulas estão seguindo um modelo virtual, em detrimento ao novo coronavírus (SARS-CoV-2). Assim, acreditamos que a proposta metodológica experimental, possa facilitar a aprendizagem dos alunos no tema proposto, despertando o seu lado científico, promovendo a discussão e a problematização de hipóteses na realização do experimento. Por fim, com essa atividade prática, o professor pode trabalhar com os discentes, outros assuntos da Biologia como a Botânica e até mesmo a Fisiologia Animal do sistema digestório.

Palavras-chave: Bioquímica; Proteínas; Enzimas; Aula prática; Ensino.

Abstract

Biochemistry is a fascinating part of Biology that has as its main objective the study of the chemistry of life. However, in high school it is seen by many students as a complex and abstract area. In order to overcome such obstacles, the objective of the present work is the proposal of a practical methodological activity in order to facilitate and instigate students' learning within the discipline of Biology in High School. In this sense, the proposed practical activity uses simple and low-cost materials to approach the proteolytic identification of proteins with the use of tropical fruit juices such as pineapple, papaya, kiwi and powdered meat tenderizer, in the degradation of gelatin and beef fibers. As it is an activity that does not require the existence of a physical laboratory, students themselves can replicate it in their own homes, being highly recommended nowadays, when classes are following a virtual model, to the detriment of the new coronavirus (SARS-CoV-2). Thus, we believe that the experimental methodological proposal, can facilitate students learning on the proposed theme, awakening its scientific side, promoting the discussion and problematization of hypotheses in carrying out the experiment. Finally, with this practical activity, the teacher can work with students, other subjects of Biology such as Botany and even Animal Physiology of the digestive system.

Keywords: Biochemistry; Proteins; Enzymes; Practical class; Teaching.

Resumen

La Bioquímica es una parte fascinante de la biología que tiene como principal objetivo el estudio de la química de la vida. Sin embargo, en la escuela secundaria muchos estudiantes lo ven como un área compleja y abstracta. Para superar tales obstáculos, el objetivo del presente trabajo es la propuesta de una actividad metodológica práctica con el fin de facilitar e impulsar el aprendizaje de los estudiantes dentro de la disciplina de Biología en el la Escuela Secundaria. En este sentido, la actividad práctica propuesta utiliza materiales simples y de bajo costo en el abordaje de identificación proteolítica de proteínas con el uso de jugos de frutas tropicales como piña, papaya, kiwi y ablandador de carne en polvo, en la degradación de gelatina y fibras de res. . Al tratarse de una actividad que no requiere la existencia de un laboratorio físico, los propios alumnos pueden replicarla en sus propios hogares,

siendo muy recomendable hoy en día, cuando las clases están siguiendo un modelo virtual, en detrimento del nuevo coronavirus (SARS-CoV-2). Así, creemos que la propuesta metodológica experimental, puede facilitar el aprendizaje de los estudiantes sobre el tema propuesto, despertando su vertiente científica, promoviendo la discusión y problematización de hipótesis en la realización del experimento. Finalmente, con esta actividad práctica, el profesor podrá trabajar con los alumnos, otras asignaturas de Biología como Botánica e incluso Fisiología Animal del aparato digestivo.

Palabras clave: Bioquímica; Proteínas enzimas; Clase práctica; Enseñando.

1. Introdução

A Bioquímica é compreendida como a área da Biologia que se preocupa em descrever em termos moleculares as estruturas, os mecanismos e os processos químicos compartilhados por todos os seres vivos estabelecendo princípios de organização que são a base da vida em todas as suas formas, princípios possuindo como referência a lógica molecular da vida (Nelson & Cox, 2014). Ainda, segundo Voet e Voet (2008), a Bioquímica permite-nos compreender e apreciar a condição misteriosa e singular que é chamado vida. Segundo, Berg, Tymoczko e Stryer (2014), essa área tão fantástica tem propiciado a sociedade diversas descobertas de grande interesse como por exemplo a síntese da uréia a partir de compostos inorgânicos em 1928, e atualmente permitir solucionar diversos problemas relacionados as áreas de medicina, odontologia, agricultura, medicina legal, antropologia, ciências ambientais e outras.

No ensino médio, a área de Bioquímica é encarada como complexa aos alunos, por deter uma grande quantidade de termos sendo muito das vezes abstratos, o que torna o processo de ensino e aprendizagem um grande desafio. Assim, segundo Duré, Andrade e Abílio (2018), essa área no ensino médio apresenta-se de maneira muito abstrata sendo dissociada com os assuntos presentes no cotidiano dos discentes, tendo um índice de rejeição considerado expressivo de 43,4%.

Assim, somado a todas essas problemáticas, aulas pautadas no modelo meramente expositivos de ensino podem desmotivar o aluno no processo de aprendizagem. Dessa maneira como relatam Winter e Cardoso (2019), as aulas tradicionais tratam o conhecimento como um conjunto de informações que são transmitidas pelos professores aos estudantes, colocando o aluno como uma figura passiva sendo o professor, o grande protagonista da aula.

Desta forma, para vencermos tais obstáculos, facilitando o processo norteador do ensino e da aprendizagem, as aulas práticas experimentais despontam como sendo de grande relevância no ensino de Biologia. Segundo, Pagel, Campos e Batitucci (2015), as aulas práticas podem auxiliar no processo de interação, na apropriação e no desenvolvimento de conceitos científicos por parte dos sujeitos, permitindo assim que os estudantes aprendam a abordar objetivamente o seu mundo e a desenvolver saídas para situações que envolvam muitas variáveis. Segundo Gonçalves (2021a; 2021b), as aulas práticas, têm potencial de possibilitar a aplicação de conceitos vivenciados nas aulas teóricas, facilitando a aprendizagem do tema proposto, além de promover a discussão e a proposição de hipóteses, despertando a ótica da experimentação científica nos alunos. Segundo Krasilchik (2004), as aulas práticas (de laboratório) possuem um lugar de destaque dentro dos cursos de Biologia, desempenhando funções singulares como: permitir aos discentes que tenham contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos, além da observação de organismos. A autora também ressalta que aulas experimentais permite ao aluno observar os processos biológicos, desafiando sua interpretação e raciocínio.

As aulas experimentais são de grande importância no espaço escolar pois podem permitir a vivência de conceitos teóricos na prática, desse modo, segundo Interaminense (2019, p. 344), ressaltam que:

“É de conhecimento comum, que se aprende melhor praticando. Concretizamos o conhecimento quando colocamos em prática aquilo que aprendemos. A biologia traz para o professor desta área, diversos meios de se constatar a veracidade dos conteúdos estudados de maneira teórica em sala de aula, através das aulas práticas e experimentais. Portanto o ensino da biologia deve integrar teoria á prática”.

No entanto, o uso de aulas práticas ainda é pouco comum no cotidiano escolar. Segundo Marandino, Selles e Ferreira (2009), muitos professores desejam ampliar a oportunidade de desse tipo de abordagem de ensino no seu cotidiano de trabalho, porém nem sempre alcançam sucesso, devido a existência de dificuldades encontradas no âmbito escolar. Assim, as autoras ressaltam que essas dificuldades podem ser a inexistência de um laboratório físico para a realização dessas aulas, o tempo curricular, a insegurança de alguns professores e a falta de controle do grande número de alunos dentro do laboratório.

Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, INEP (2019), uma parcela pouco expressiva de 38,8% das escolas públicas possui laboratórios de Ciências e Biologia destinados para a realização de aulas práticas. Essa deficiência, no baixo uso de aulas experimentais no ensino pode estar relacionada com a escassez de recursos financeiros que recaem sobre o sistema público de ensino, inviabilizando a construção de laboratórios, compra, (Gonçalves, 2021c), e manutenção dos mesmos.

O trabalho proposto possui como principal objetivo facilitar a aprendizagem e instigar o interesse dos alunos, aplicado ao primeiro ano do Ensino médio em tópicos de Bioquímica (proteínas e enzimas) por meio de uma aula prática, sobre a determinação proteolítica de peptidases encontradas em frutas e no amaciante de carnes. Além de aumentar o estímulo de aprendizado do aluno por meio de uma abordagem prática experimental e instigar a experimentação científica na formulação e resposta de hipóteses. Para garantirmos maior versatilidade e popularização do conhecimento, essa atividade não necessita ser feita necessariamente dentro de um laboratório físico de Biologia, de outro modo, o professor pode utilizar materiais simples e de baixo custo facilmente adaptáveis, demonstrando passo a passo a sua realização aos alunos. Como atualmente o mundo vem enfrentando a pandemia do novo coronavírus (SARS-CoV-2), as aulas estão seguindo o modelo virtual de ensino. Dessa maneira, os alunos em suas próprias casas podem efetuar a aula prática mediante a explicação prévia pelo professor, por meio de aulas virtuais. Após realizada a aula prática os alunos poderão responder o questionário proposto no fim do artigo, potencializando ainda mais a aprendizagem. Em um segundo encontro, o professor poderá corrigir os resultados e tirar possíveis dúvidas dos alunos acerca do tema contextualizado na aula prática proposta.

2. Materiais e Métodos

O presente trabalho é uma proposta experimental, utilizando materiais simples e de baixo custo de cunho didático e caráter qualitativo, com suporte metodológico baseado na obra de Pereira et al. (2018). O protocolo utilizado neste artigo, foi em partes baseado nos trabalhos de Rossi-Rodrigues *et al.* (2012) e Gonçalves (2021a), ambos com modificações e inclusões. Abaixo, estão descritos os materiais necessários para a condução da atividade prática (Figura 1).

- 1 abacaxi;
- 1 mamão verde;
- 1 kiwi;
- 1 pacote de gelatina em pó;
- 50 gramas de carne de boi (exemplo: ponta de alcatra) cortada em pequenos cubos;
- Amaciante de carnes em pó (adquirido em supermercados);
- Seringas de 5 ou 10 ml (adquirida em farmácias);
- 3 copos americanos;
- 1 coador de suco;
- Liquidificador;
- Fogão ou microondas;
- 1 pote de 500 ml para armazenamento da gelatina quando pronta;
- 10 copinhos de café de 50 ml;

- 1 colher de chá e 1 caneta de retroprojektor para marcação dos copinhos;

Figura 1. Materiais necessários para a condução da atividade prática.

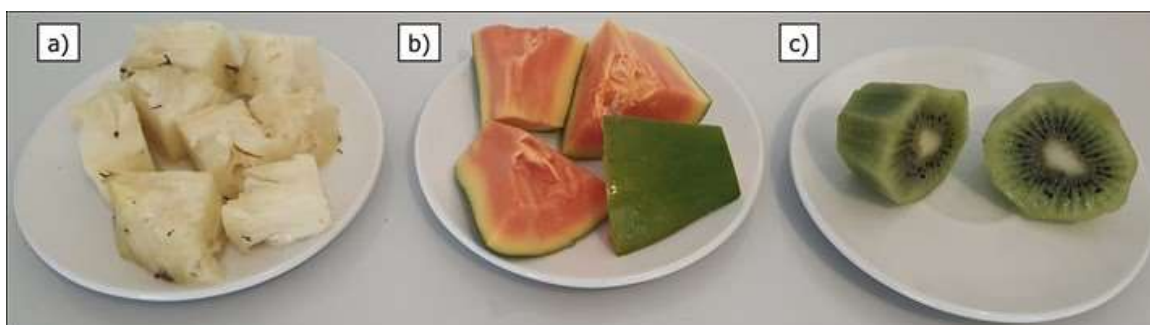


Fonte: Autores (2021).

2.1 Preparo das frutas, da gelatina e da carne

Inicialmente, o abacaxi e o kiwi devem ser cortados alguns cubos, retirando-se sua casca (Figura 2). Como será utilizado a faca, o professor deve chamar a atenção dos alunos para pedir auxílio para um adulto, evitando-se assim possíveis acidentes. O mamão deve ser cortado em pequenos cubos, porém sem retirar sua casca. (Figura 2). Após cortadas, as frutas deverão ser processadas com 100 ml de água no liquidificador e coadas com o auxílio de um coador em copos americanos separados. O professor deve ressaltar que essa etapa é muito importante, pois a filtragem dos sucos no coador permite a obtenção de sucos sem grumos, facilitando a condução dos experimentos. A gelatina deve ser dissolvida conforme as informações constantes na sua embalagem, após fervida, armazenar seu conteúdo em um pote de 500 ml, nesta etapa alertar aos alunos que peçam ajuda a um adulto, pois o fogo pode causar queimaduras. A carne bovina, deverá ser cortada em pequenos cubos afim de serem acondicionadas dentro dos copinhos de café de 50 ml.

Figura 2. Frutas cortadas para extração dos sucos. a) abacaxi sem a casca; b) mamão verde com casca e c) kiwi descascado.



Fonte: Autores (2021).

2.2 Preparo e preenchimento dos copinhos

Após o preparo dos sucos, da gelatina e das carnes, enumerar com o auxílio de uma caneta de retroprojeter, 10 copinhos de 50 ml, com as legendas que constam no quadro abaixo. Na coluna conteúdo, preencher cada copinho conforme indicado nas linhas abaixo. Para a água e os sucos filtrados obtido das frutas, deverão ser colocados nos copinhos com o auxílio de uma seringa. No copinho 5 e 10, o amaciante de carne em pó deve ser colocado com a medida de uma colher de chá, respectivamente. Após preenchido todos os copinhos conforme o Quadro 1, colocar os que possuem gelatina na geladeira. Os copinhos contendo carne não necessitam estar gelados, permanecendo assim em temperatura ambiente. Após o copinho de número 1 (controle) endurecer, retirar os outros da geladeira e pedir aos alunos que anotem todas as mudanças ocorridas em cada um deles.

Quadro 1. Legendas dos copinhos com seus componentes.

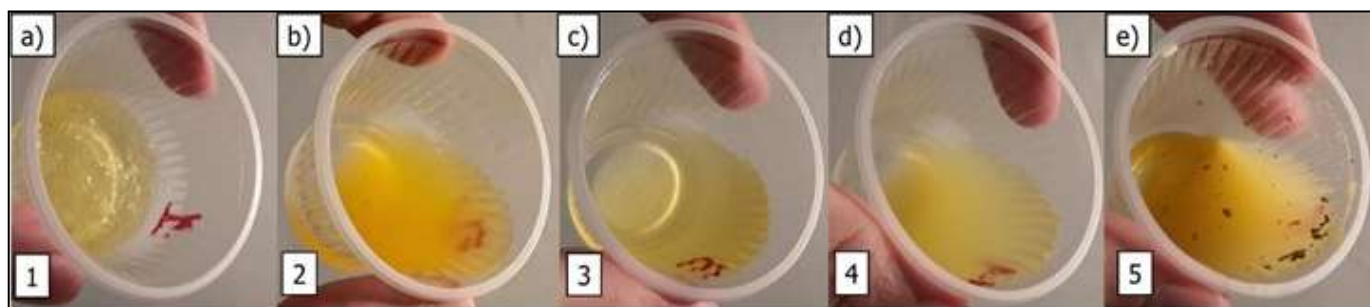
Legenda	Conteúdo: preenchimento do copinho	Legenda	Conteúdo: preenchimento do copinho
1	Controle da reação da gelatina (Água 3 ml + gelatina 7 ml)	6	Controle da reação da carne (Carne + Água 3 ml)
2	Água 3ml + gelatina 7 ml + Suco de mamão 2 ml	7	Carne + Suco de mamão 3 ml
3	Água 3ml + gelatina 7 ml + Suco de abacaxi 2 ml	8	Carne + Suco de abacaxi 3ml
4	Água 3 ml + gelatina 7 ml + Suco de kiwi 2 ml	9	Carne + Suco de kiwi 3 ml
5	Água 3 ml + gelatina 7 ml + Amaciante de carne (1 colher de chá)	10	Carne + Água 3 ml + Amaciante de carne (1 colher de chá)

Fonte: Autores (2021).

3. Resultados e Discussões

O que aconteceu com cada um dos copinhos? Inicialmente, o copinho de número 1 é o nosso controle da reação, ele contém apenas água e gelatina. Assim, ele irá endurecer sem problema algum (Figura 3a). Já o copinho 2, contendo o suco de mamão, a gelatina não endureceu. Explicar aos alunos que esse fenômeno ocorreu devido a presença de uma enzima proteolítica denominada papaína, presente na casca do mamão. Essa enzima clivou as proteínas presentes na gelatina (colágeno) não permitindo o seu endurecimento, dessa forma, o copinho ficará com aspecto aquoso (Figura 3b).

Figura 3. Resultado da ação proteolítica dos sucos das frutas e do amaciante de carne. a) 1 - controle da reação (gelatina endurecida); b) 2 - gelatina degradada pelo mamão, c) 3 - gelatina degradada pelo abacaxi, d) 4 - gelatina degradada pelo suco de kiwi, e e) 5 - gelatina degradada pelo amaciante de carne em pó.



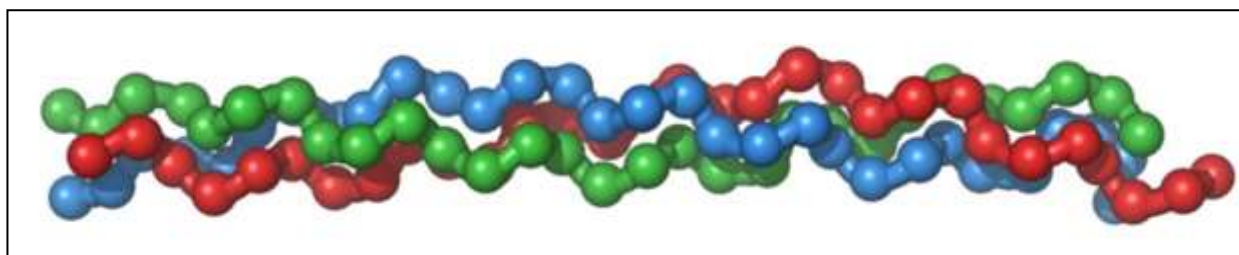
Fonte: Autores (2021).

Explicar aos alunos que a papaína é uma enzima que além de desempenhar a função proteolítica (quebram proteínas) é utilizada na indústria de bebidas efetuando-se o clareamento da cerveja; na parte alimentícia, no processo de amaciamento de carnes e, na indústria farmacêutica, na composição de medicamentos digestivos e em preparações tópicas para desbridamento e cicatrização de feridas (Pádua, Stevanatto & Morella, 2014). No copinho número 3, contendo o suco de abacaxi, a gelatina também não endureceu. Nesse caso, explicar aos alunos que o abacaxi possui uma outra enzima, porém esta, denominada de bromelina que também possui atividade enzimática quebrando proteínas. Assim, essa enzima quebrou as proteínas de colágeno da gelatina, não deixando que ela endurecesse (Figura 3c).

No copinho 4, ao qual foi adicionado o suco de kiwi, a gelatina também não endureceu. Aqui assim como no mamão e no abacaxi, encontramos uma enzima proteolítica denominada de actinidina. A actinidina clivou as fibras de colágeno da gelatina, deixando-a aquosa como podemos verificar na Figura 3d. A actinidina, é uma enzima pouco utilizada na indústria, porém tanto quanto a papaína do mamão e a bromelina do abacaxi, ela é uma importante peptidase que possui como principal função a quebra de proteínas em partes menores denominadas de polipeptídeos, assim, visualizamos no copinho um conteúdo viscoso que nos mostra que ocorreu o processo catalítico da quebra das proteínas do colágeno da gelatina.

Por fim, o copinho número 5, foi adicionado o amaciante de carne. O amaciante de carne possui diversas enzimas que degradam proteínas, desta maneira, a gelatina colocada nesse copinho também não endureceu, confirmando a ação proteolítica do amaciante de carnes (Figura 3e). Nessa parte da aula é interessante explicar aos alunos que o colágeno é uma proteína formada por 3 cadeias (tripla hélice) (Figura 4).

Figura 4. Estrutura molecular da proteína de colágeno, mostrá-la aos alunos enfatizando sua estrutura composta por 3 cadeias de proteínas alfa-hélice formando uma tripla-hélice.



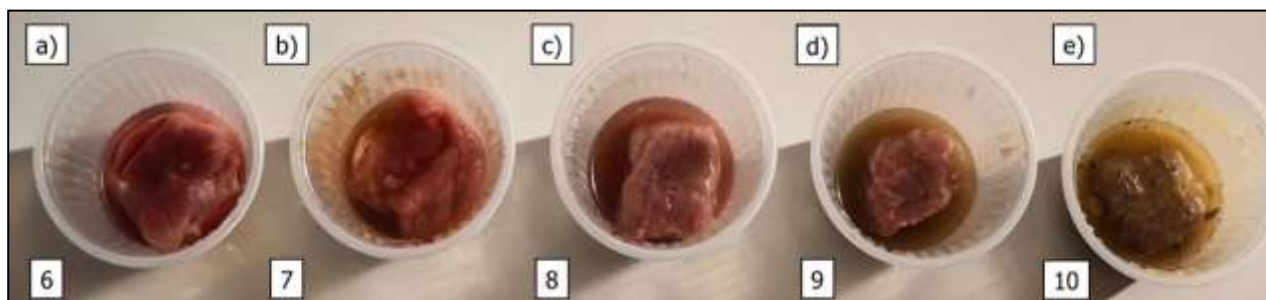
Fonte: Wikimedia Commons (2017). <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Collagentriplehelix.png>

Essas cadeias quando são hidratadas e submetidas a temperaturas baixas se solidificam. Dessa forma, é o que vemos quando comemos a sobremesa de gelatina, assim, suas fibras estão unidas e solidificadas. Quando alguma alteração acontece,

ou por meio de enzimas proteolíticas presentes no meio, ou por aquecimento, ou até mesmo variação de pH, a estrutura proteica do colágeno da gelatina é desfeita, rompendo-se, ficando então aquosa como podemos observar nas fotos acima.

Agora, o que aconteceu com as carnes submetidas aos tratamentos do Quadro 1? O copinho de número 6 é o nosso controle, possuindo carne e água, assim nenhuma reação ocorreu (Figura 5a). Já no copinho 7, 8, 9 e 10 foram adicionados suco de mamão, abacaxi, kiwi e 1 colher de amaciante de carnes respectivamente. Como resultado, as carnes desses copinhos ficaram com uma coloração mais alterada e suas fibras ficaram mais macias em detrimento das enzimas proteolíticas presentes em cada um dos tratamentos, (Figuras 5b, 5c, 5d e 5e respectivamente). No copinho de número 10, ao qual foi utilizado amaciante de carne em pó, a carne ficou extremamente macia, confirmando assim seu poder de amaciamento e quebra de proteínas nessas fibras. Para verificarmos que, as carnes submetidas ao suco de mamão, abacaxi, kiwi e amaciante em pó ficaram mais macias e tenras, deve ser explicado aos alunos inicialmente espetar um palito de dentes no tratamento do copinho número 6, o controle. Essa carne estará bastante dura e os alunos terão dificuldade em romper suas fibras. De outro modo, ao espetarem com o palito de dentes as carnes dos tratamentos 7, 8, 9 e 10, os alunos irão notar que estas estarão muito mais macias, em detrimento da ação proteolítica do mamão, do abacaxi, do kiwi e do amaciante de carnes em pó que foi adicionado em cada uma delas.

Figura 5. Tratamento da carne com suco de frutas e amaciante. a) controle; b) fibras degradadas pelo suco de mamão; c) pelo suco de abacaxi; d) pelo suco de kiwi e e) pelo amaciante em pó. Notar a mudança de coloração das carnes quando comparada ao controle (a - 6).



Fonte: Autores (2021).

Outro ponto que pode ser discutido a partir dos resultados dessa aula prática é o porquê dos frutos de mamão, abacaxi e kiwi, possuírem enzimas proteolíticas. A resposta a essa pergunta está relacionada a maturação dos mesmos. No processo de maturação dos frutos, as células necessitam de enzimas para romperem diversas proteínas internas, tornando o fruto mais maduro, e maleável. Assim, um fruto verde poderá conter uma concentração muito maior de enzimas proteolíticas (como é o caso do mamão verde por exemplo) por isso no início da aula prática é recomendado preparar o suco do mamão sem retirar sua casca, uma vez que as enzimas proteolíticas estarão em grande parte nessa estrutura. Já no caso do abacaxi, mesmo maduro encontram-se concentrações relativamente altas dessas enzimas proteolíticas, e a bromelina pode ser encontrada nas folhas, talos, polpa da fruta, cascas e resíduos industriais desse fruto. (César *et al.* 1999; César, 2005).

4. Abordagens dos Resultados da Aula Prática no Escopo da Bioquímica E Outras Áreas da Biologia

Com os resultados alcançados com a realização desta aula prática, o professor pode trabalhar com os alunos do ensino médio vários tópicos dentro da Bioquímica. Neste sentido, o professor pode discutir com os alunos por exemplo, sobre o importante papel das proteínas (enzimas) no nosso corpo, além dos seus papéis em todos os seres vivos. Relembrar com os

alunos sobre os aminoácidos essenciais e não essenciais, além de suas estruturas químicas. Além disso, pode ser revisado o papel da temperatura e do pH, na alteração das estruturas das proteínas, alterando assim sua forma e sua função. Nesse ponto da aula, o professor poderá sugerir uma abordagem experimental sobre o papel do aquecimento dos sucos das frutas na possível degradação das suas enzimas proteolíticas; no mamão (papaína), no abacaxi (bromelina) e no kiwi (actinidina).

Assim, os alunos poderão ferver as sobras desses sucos e repetir o processo de preparo dos tubos 2, 3 e 4. Chamar a atenção que para o uso do fogão, os alunos devem pedir o auxílio de adultos. Agora, com os sucos fervidos, os alunos irão preencher novos copinhos com a gelatina e a água e irão verificar se ocorrerá a solidificação da mesma. Na figura 6 encontram-se os resultados dessa abordagem.

Como pode ser visto na Figura 6, 2a) mamão + gelatina; 3b) abacaxi + gelatina e 4c) kiwi + gelatina, os sucos fervidos ficaram com a gelatina solidificada. Sugerir aos alunos que montem suas hipóteses e tentem descobrir o motivo pelo qual agora a gelatina endureceu em todos os copinhos. A resposta está no fato da fervura ter desnaturado as enzimas proteolíticas presentes no mamão, no abacaxi e no kiwi. Assim, submetendo-as a altas temperaturas ocorreu sua desnaturação e conseguinte perda de forma e função. As enzimas então não poderão mais realizar seu papel enzimático de proteólise na gelatina e ela irá se solidificar.

Figura 6. Sucos fervidos com a gelatina nos copinhos. Notar que ocorreu a solidificação da gelatina em todos eles.



Fonte: Autores (2021).

Como relatado no outro tópico, o professor pode discutir com os alunos o papel dessas enzimas no processo de maturação dos frutos. No entanto, agora, pode ser explorado com os alunos a área da fisiologia vegetal no que tange ao processo de amadurecimento dos frutos. Nessa parte o professor pode comentar com os alunos o importante papel do gás Etileno, que é um hormônio vegetal que desempenha dentre outras funções a de auxiliar no amadurecimento dos frutos.

Outro assunto interessante que essa atividade permite trabalhar é o papel das enzimas digestivas no processo de digestão dos alimentos, ou seja a Fisiologia Animal da digestão. Recentemente, Gonçalves (2021a) publicou um artigo de uma proposta de aula prática no ensino médio com o objetivo de simulação da digestão de proteínas utilizando materiais simples e de baixo custo, atrelado na área de Fisiologia Animal (sistema digestório), utilizando dentre outros a bromelina do abacaxi e a papaína do mamão. Dessa maneira, nessa parte da aula, o professor pode correlacionar as enzimas presentes no mamão, no abacaxi e no kiwi com as enzimas presentes no nosso sistema digestório como é o caso da pepsina que atua no estômago transformando proteínas em peptídeos menores. Essa enzima então atua na quebra das ligações peptídicas dessas proteínas transformando-as em cadeias peptídicas menores. Pode também ser relacionado a outras enzimas como por exemplo a enteroquinase que atua no intestino delgado (porção do duodeno), atuando na ativação da tripsina. Essa por sua vez comanda uma série de ativações em cascata de outras enzimas digerindo-se assim mais proteínas (Gonçalves, 2021a). Neste sentido, abordando a parte de sistema digestório, o professor deve comentar aos alunos que ao ingerirmos uma dieta rica em proteínas é

de grande importância comeremos alguma fruta como o mamão, o abacaxi ou o kiwi, uma vez que essas frutas poderão aliviar a sensação de estômago pesado por conter enzimas digestivas naturais (enzimas proteolíticas).

Na parte de Botânica, mais precisamente no que tange a Organografia Vegetal, o professor por discutir as características principais das plantas utilizadas na aula prática proposta, no caso do mamão a espécie denominada *Carica papaya*, o abacaxi, *Ananas comosus* e o kiwi, *Actinidina deliciosa*. Desse modo, pode ser discutido as características do porte, crescimento, classificação em mono ou dicotiledôneas, como são suas flores e até mesmo aspectos reprodutivos. No que tange aos frutos utilizados da aula prática, o professor poderá discutir com os alunos a importância evolutiva dessa estrutura ao longo do seu processo evolutivo nas Angiospermas. Segundo Raven, Evert e Eichhorn, (2001), um fruto típico é definido como um ovário maduro, podendo ou não incluir outras partes das flores. Segundo Nabors (2012), os frutos servem para diversos propósitos, dependendo da espécie. Segundo o mesmo autor, os frutos servem de proteção para as sementes, substratos para sua germinação além de contribuir para a dispersão destas no ambiente, por meio de animais, vento ou pela água.

Para o enriquecimento, discussão e avaliação da aula prática em relação aos assuntos abordados, no próximo tópico estão sugeridas algumas questões que poderão ser entregues aos alunos no término da atividade. No tópico seguinte estão as respostas esperadas das questões.

5. Questões Propostas

1) Explique detalhadamente o que aconteceu em cada um dos copinhos. Formule uma hipótese para explicar os resultados obtidos em cada um deles.

2) Agora, vamos imaginar que ao invés da utilização de mamão, abacaxi e kiwi, temos disponível para o uso a banana. Você acredita que com o uso dessa fruta, teremos os mesmos resultados, quando comparado as frutas utilizadas nessa aula prática? Justifique sua resposta.

3) Explique a seguinte frase: Toda enzima é uma proteína, porém nem todas as proteínas são enzimas. Na sua resposta, não esqueça de correlacionar com o que aconteceu com a gelatina e a carne após o uso das frutas tropicais e do amaciante.

4) Imagine agora que você adicionou cerca de 20 gotas de ácido acético (vinagre de cozinha) no copinho de gelatina número 1 (controle). O que você acha que aconteceria? Relacione com o que você aprendeu nas aulas teóricas sobre proteínas e enzimas.

5) Ao fervermos as proteínas, o que acontece com sua forma? E com sua função? Se você aquecesse os copinhos de número 2, 3, 4 e 5, os resultados seriam os mesmos? Justifique sua resposta.

6. Respostas Esperadas

Copinho 1: É o nosso controle do experimento das gelatinas. Nele nada aconteceu, assim, a gelatina endureceu sem nenhum impedimento;

Copinho 2: A gelatina foi degradada pela presença de enzimas proteolíticas presentes no suco da casca do mamão (papaína), assim, a gelatina não endureceu permanecendo aquosa;

Copinho 3: A gelatina foi degradada pela presença de enzimas proteolíticas presentes no suco do abacaxi (bromelina), assim, a gelatina não endureceu permanecendo líquida;

Copinho 4: A gelatina foi degradada pela presença de enzimas proteolíticas presentes no suco do kiwi (actinidina), assim, a gelatina não endureceu permanecendo líquida;

Copinho 5: O amaciante em pó utilizado em carnes clivou as estruturas da proteína de colágeno presentes na gelatina, transformando-a em um líquido aquoso (ausência de endurecimento da gelatina);

Copinho 6: É o nosso controle para a carne, nele continha água e o pedaço de ponta de alcatra, dessa forma não foi observado alterações na sua estrutura;

Copinho 7, 8 e 9: Os sucos de mamão, abacaxi e kiwi, degradaram as fibras de proteínas da carne, tornando-a mais macia e com coloração mais escura;

Copinho 10: O amaciante de carne quebrou as proteínas nas fibras da carne tornando essa estrutura mais macia e com coloração escurecida.

Hipóteses que podem ser formuladas pelos alunos:

- Proteínas (enzimas proteolíticas) presentes nos sucos das frutas utilizados, podem ter interferido na estrutura proteica da gelatina (possível ação de proteases)

- O amaciante de carne possui alguma substância (enzima proteolítica) que é capaz de clivar proteínas, promovendo o amaciamento das fibras da carne.

2) Não teremos o mesmo resultado, pois a fruta da banana não possui enzimas proteolíticas, não ocorrendo a digestão de proteínas.

3) Toda enzima é uma proteína, porém nem todas as proteínas são enzimas. As enzimas correspondem a uma classe específica de proteínas que desempenham a função de atuar acelerando as reações químicas nos seres vivos. Assim, temos proteínas estruturais, de controle, regulatórias e etc, desempenhando diversos tipos de funções nos organismos. No nosso experimento, podemos vivenciar as proteínas enzimáticas do tipo proteolíticas, ou seja, elas atuam clivando outras proteínas, acelerando as reações químicas.

4) Ao adicionarmos gotas de ácido acético no copinho de número 1 (água + gelatina), a gelatina presente não irá se solidificar, em detrimento da alteração do pH que o ácido acético ocasionou no meio contendo a gelatina. Assim, o pH se correlaciona com os sucos das frutas testados nessa aula e do amaciante de carnes, atuando na degradação da proteína do colágeno da gelatina. A diferença está no fato do agente perturbador ser uma alteração de pH (ácido acético), e não a adição de uma enzima proteolítica no meio (como ocorre quando adicionamos os sucos das frutas e o amaciante de carne).

5) Ao fervermos esses copinhos, iríamos desnaturar as proteínas, alterando sua forma e sua função. Ao aquecermos os copinhos de número 2, 3, 4 e 5, os resultados não seriam os mesmos observados no experimento, pois as enzimas proteolíticas presentes no mamão, abacaxi, no kiwi e no amaciante de carnes serão desnaturadas pelo calor, perdendo sua forma e sua função, não realizando mais o mecanismo de proteólise do colágeno. Assim, iremos visualizar a gelatina sólida nesses copinhos.

7. Conclusão

A prática experimental proposta se desponta como um recurso de grande impacto no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que essa metodologia de ensino permite aliar a teoria na prática, além de instigar os alunos e facilitar sua aprendizagem. Além disso, a prática de aulas experimentais permite desenvolver no aluno o interesse pela ciência e

formulação e resposta de hipóteses.

Como perspectivas futuras, o docente poderá propor aos alunos outros experimentos práticos utilizando materiais simples e de baixo custo relacionados a outras áreas da Biologia (Bioquímica) como por exemplo, a ação da enzima catalase utilizando como substrato da reação a água oxigenada (H₂O₂) aplicada em diferentes alimentos do cotidiano.

Referências

- Berg, J. M., Tymoczko, J. L., & Stryer, L. (2014). *Bioquímica*, (7a ed.). Guanabara Koogan.
- César, A. C. W., Silva, R., & Lucarini, A. C. (1999). Recuperação das Enzimas Proteolíticas Presentes nas Casca e Talo do Abacaxi. *RIC*, 01, 47-54.
- César, A. C. W. *Análise de Viabilidade Econômica de um Processo de Extração e Purificação da Bromelina do Abacaxi*. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Química, Unicamp, Campinas, 2005.
- Durá, R. C., Andrade, M. J. D., & Abílio, F. J. P. (2018). Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? *Experiências em Ensino de Ciências*, 13(1), 259-272. https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID471/v13_n1_a2018.pdf
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, INEP (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-mas- apenas-44-tem-laboratorio-de-ciencias/21206
- Interaminense, B. K. S. (2019). A Importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma Metodologia Interativa. *Id on Line: Revista multidisciplinar e de Psicologia*. 13(45), 342-355. <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/1842/2675>
- Gonçalves, T. M. (2021a). 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. (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://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13479/12010>
- Gonçalves, T. M. (2021c). Teste de viabilidade e germinação de sementes de milho e feijão: uma proposta para atividade experimental de botânica para o Ensino Médio. *Research, Society and Development*. 10(4), 1-14. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14120/12697>
- 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.
- Nabors, M. W. (2012). *Introdução à Botânica*. Roca, 646p.
- Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2014). *Princípios da Bioquímica de Lehninger*, (4a ed.), Sarvier.
- Pádua, M., Stevanato, M. C. B., & Borella, J. C. (2014). *Avaliação microbiológica de amostras de papaína comercializadas por empresas distribuidoras de insumos farmacêuticos*. In: 15º CONIC, Ribeirão Preto. Anais de Iniciação Científica e Pesquisa da Universidade de Ribeirão Preto, 15(1), 14-14. <https://www.unaerp.br/documentos/1432-anais-2014-conic/file>
- Pagel, U. R., Campos, L. M., & Batitucci, M. C. P. (2015). Metodologias e práticas docentes: uma reflexão acerca da contribuição das aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem de biologia. *Experiências em Ensino de Ciências*, 10(2), 14-25. https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID273/v10_n2_a2015.pdf
- Pereira A. S., Shutsuka, D. M., Parreira, F. J., Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [free e-book]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFMS. https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/02/Metodologia-da-Pesquisa-Cientifica_final.pdf
- Raven, P. G., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2001). *Biologia Vegetal*. (6a ed.), Guanabara Koogan; 906p.
- Rossi-Rodrigues, B. C., Heleno, M. G., Santos, R. V., Marchini, G. L., Dias, F. M. P. P., Chikuchi, H. A., & Galembeck, E. (2012). Atividade enzimática de extratos vegetais na degradação de gelatina. In: Rossi-Rodrigues, B. C.; Galembeck, E. *Biologia: aulas práticas*. Campinas: Editora Unicamp, 25-28. <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=51849&opt=1>
- Voet, D., Voet, J. G., & Pratt, C. W. (2008). *Fundamentos de bioquímica: A vida em nível molecular*, (2a ed.), Artmed; 1241p.
- Wikimedia Commons (2017). *Figura do Colágeno*. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Collagentriplehelix.png>
- Winter, E., & Cardoso, F. P. (2019). Aprendizagem baseada em equipes no ensino de bioquímica na graduação. *Revista de Ensino de Bioquímica*, 17, 26-36. <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/P3>