

Identificando e observando a fermentação alcoólica das leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*): um experimento simples e de baixo custo na disciplina de Biologia

Identifying and observing the alcoholic fermentation of yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*): a simple and low-cost experiment in the discipline of Biology

Identificación y observación de la fermentación alcohólica de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*): un experimento sencillo y de bajo coste en la disciplina de la Biología

Recebido: 04/07/2021 | Revisado: 15/07/2021 | Aceito: 25/02/2022 | Publicado: 06/03/2022

Tiago Maretti Gonçalves

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

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

E-mail: tiagobio1@hotmail.com

Resumo

Na literatura, vários autores defendem que, aulas pautadas no modo meramente expositivo pode ser um grande entrave no processo de ensino e a aprendizagem, já que essa metodologia de ensino pode causar desmotivação nos discentes, levando a um déficit de atenção durante as aulas. Para vencermos tais obstáculos, metodologias alternativas de ensino, como o uso de aulas experimentais, se despontam como uma alternativa metodológica de grande impacto no processo norteador do ensino e da aprendizagem, permitindo facilitar a contextualização do conteúdo a ser aprendido pelos discentes. Nesse sentido, utilizando materiais simples e de baixo custo, como o fermento biológico seco instantâneo, açúcar, xilitol e extrato em pó de folhas secas de Stevia, 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 respiração celular anaeróbia (fermentação alcoólica) das leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*). Como principais resultados, os alunos estarão aptos a perceber que apenas o tratamento do copo número 2 (água morna, fermento biológico seco e açúcar comum), ocorrerá reação, havendo grande metabolismo fermentativo das leveduras, com a formação de ATP, bolhas de ar (desprendimento de gás carbônico) na superfície do copo e etanol, que será perceptível por meio de um aroma azedo característico. Desse modo, acreditamos que a atividade experimental proposta, em conjunto com as discussões e problematizações guiadas pelo professor, possam impactar o ensino de maneira mais positiva, facilitando a aprendizagem dos alunos, além de promover a ótica da experimentação científica.

Palavras-chave: Aula prática; Leveduras; Respiração celular; Ensino.

Abstract

In the literature, several authors argue that classes based on the merely expository mode can be a major obstacle in the teaching and learning process, since this teaching methodology can cause demotivation in students, leading to an attention deficit during classes. To overcome these obstacles, alternative teaching methodologies, such as the use of experimental classes, emerge as a methodological alternative of great impact on the guiding process of teaching and learning, allowing to facilitate the contextualization of the content to be learned by students. In this sense, using simple and low-cost materials, such as instant dry yeast, sugar, xylitol and powdered extract of dry Stevia leaves, the main objective of this article is to propose an experimental class in order to facilitate learning, of students in the discipline of Biology in High School, regarding the mechanism of anaerobic cellular respiration (alcoholic fermentation) of yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*). As main results, students will be able to perceive that only the treatment of cup number 2 (warm water, dry biological yeast and common sugar), a reaction will occur, with a great fermentative metabolism of the yeasts, with the formation of ATP, air bubbles (release of carbon dioxide) on the surface of the glass and ethanol, which will be noticeable through a characteristic sour aroma. In this way, we believe that the proposed experimental activity, together with the discussions and problematizations guided by the teacher, can impact teaching in a more positive way, facilitating student learning, in addition to promoting the perspective of scientific experimentation.

Keywords: Practical classes; Yeasts; Cellular respiration; Teaching.

Resumen

En la literatura, varios autores argumentan que las clases basadas en la modalidad meramente expositiva pueden ser un gran obstáculo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que esta metodología de enseñanza puede causar

desmotivação em los estudiantes, lo que lleva a un déficit de atención durante las clases. Para superar tales obstáculos, las metodologías didácticas alternativas, como el uso de clases experimentales, emergen como una alternativa metodológica de gran impacto en el proceso orientador de la enseñanza y el aprendizaje, permitiendo facilitar la contextualización de los contenidos a aprender por parte de los estudiantes. En este sentido, utilizando materiales sencillos y de bajo costo, como levadura seca instantánea, azúcar, xilitol y extracto en polvo de hojas secas de Stevia, el objetivo principal de este artículo es proponer una clase experimental con el fin de facilitar el aprendizaje de los estudiantes en la disciplina de Biología en la Enseñanza Media, sobre el mecanismo de la respiración celular anaeróbica (fermentación alcohólica) de las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*). Como principales resultados, los estudiantes podrán percibir que solo con el tratamiento de la copa número 2 (agua tibia, levadura biológica seca y azúcar común), ocurrirá una reacción, con un gran metabolismo fermentativo de las levaduras, con la formación de ATP, burbujas de aire (liberación de dióxido de carbono) en la superficie del vidrio y etanol, que se notará a través de un aroma agrio característico. De esta forma, creemos que la actividad experimental propuesta, junto con las discusiones y problematizaciones guiadas por el docente, pueden impactar la enseñanza de manera más positiva, facilitando el aprendizaje de los estudiantes, además de promover la perspectiva de la experimentación científica.

Palabras clave: Clases prácticas; Levaduras; Respiración celular; Enseñando.

1. Introdução

Na disciplina de Biologia, no Ensino Médio, a Citologia (Biologia Celular) é uma área dotada por uma vasta gama de termos e processos, sendo um grande desafio para a motivação e a plena contextualização dos alunos. Em tempos atuais, Leão et al., (2017, p. 12176) relatam que:

Embora diversas metodologias educacionais tenham sido desenvolvidas e estejam disponíveis a professores e estudantes, as antigas continuam presentes. Em pleno século XXI, a aula expositiva ainda é a modalidade didática mais utilizada, com sua origem fortemente arraigada a um modelo de educação tradicional e tecnicista. Além disso, a linguagem científica e os próprios conceitos de determinados conteúdos ou disciplinas podem acentuar o desinteresse dos estudantes e a desmotivação dos professores.

Moraes, Silva et al., (2016, p. 18), ressaltam 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 exclusivamente em aulas expositivas possui valores positivos, assim como discutido por Krasilchik (2019, p. 81): “estas servem para introduzir um assunto novo, sintetizar um tópico, ou comunicar experiências pessoais do professor”. Para superarmos todos esses obstáculos, Gonçalves (2021a) reitera que, é de grande importância a utilização de metodologias alternativas de ensino como, por exemplo o uso de aulas experimentais nas disciplinas de Ciências e Biologia, no Ensino Médio.

Krasilchik (2019) reitera, que as aulas práticas possuem um lugar singular e de grande importância na Biologia, pois permite que os alunos tenham contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando os organismos e até mesmo na análise de processos biológicos. Os autores, Pimentel, Oliveira e Maciel (2017) defendem que a abordagem de aulas experimentais é de grande importância para a articulação de fato, entre teoria e a prática, na busca de um conhecimento que possa ser passível de transformar, tendo como premissa a experiência adquirida pelos alunos. Por outro lado, Gonçalves (2021b; 2021c), defende que, o uso de atividades experimentais no ensino de Biologia promove no aluno 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 em aulas teóricas. Deste modo, Interaminense (2019, p. 344), ressalta 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 a prática.

Segundo Almeida (2012, p. 148), “a realização de atividades práticas também podem aumentar em muito algumas

habilidades dos estudantes, como realizar medidas, solucionar problemas passíveis de se resolver de maneira experimental e comunicar resultados através de relatórios”.

As aulas experimentais, são valiosos recursos metodológicos de ensino permitindo-se instigar o ato de argumentação dos alunos, neste sentido, Motokane (2020, p. 25), ressalta que:

Ao se depararem com problemas que podem ser resolvidos pelo levantamento de dados e informações provenientes de trabalhos experimentais, os alunos tomam contato com uma série de procedimentos e materiais. Para produzir as explicações necessárias para a resolução dos problemas, os alunos fazem uso da argumentação para justificarem suas opiniões.

Como ressaltado, a Biologia Celular (Citologia), assim como diversas áreas das Ciências são complexas, se tornando um desafio para a plena aprendizagem dos alunos. Neste sentido, Souza & dos Santos (2019, p. 427) discutem que:

O conhecimento científico está longe de ser algo de fácil compreensão, com seus termos complexos, processos interligados e muitas vezes longe do cotidiano dos estudantes. No ensino de biologia essa realidade também está presente, as atividades práticas em sala de aula, laboratórios ou ambiente externo são uma ferramenta poderosa na desmistificação da ciência.

Infelizmente, no âmbito escolar, a abordagem de aulas práticas no ensino de Biologia ainda é muito rara. Assim, os principais fatores que somam para esse acontecimento, estão relacionados à ordem estrutural, ao tempo curricular, à insegurança em ministrar essas aulas e à ausência de controle sobre um número grande de discentes dentro de um espaço desafiador como é o laboratório (Marandino et al., 2009).

Vale a pena ressaltar que, a aula experimental proposta no presente artigo, não necessita necessariamente de um laboratório equipado, materiais e equipamentos sofisticados, mas sim, materiais, simplificados e de baixo custo, que podem ser adquiridos e utilizados na sala de aula ou até mesmo no ambiente caseiro, visto que o ensino vem seguindo o modelo virtual, ou semipresencial, 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 entendimento do processo da respiração celular anaeróbia (fermentação alcoólica) em leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*), utilizando-se materiais simples e de baixo custo, como o fermento biológico seco instantâneo, água morna, açúcar refinado, adoçante xilitol em pó e extrato em pó de folhas de Stevia - *Stevia rebaudiana* (Bert.) Hemsl.

2. Materiais e Métodos

A metodologia descritiva do presente artigo, é um experimento com resultados de caráter qualitativo, e foi baseado em partes e com modificações no experimento proposto por Potter (2017) e recebe suporte metodológico na obra de Pereira et al. (2018). A atividade experimental possui duração média de pelo menos 2 aulas de 50 minutos, tendo como público alvo os alunos da 1º ou 2º série do Ensino Médio, na disciplina de Biologia. 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
Fungos (Leveduras)	Respiração celular anaeróbia (Fermentação alcoólica) das leveduras.
	Processo de fabricação do pão.
Componentes químicos das células	Carboidratos (Monossacarídeos, Dissacarídeos e Polissacarídeos)

Fonte: Autor (2021).

2.1 Materiais necessários

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

- Quatro copos de vidro ou de plástico, transparentes com cerca de 250 ml de capacidade;
- Uma unidade – 10g (sachê) de fermento biológico seco instantâneo (adquirido em supermercados);
- Copo graduado para medida;
- Colheres de chá;
- Açúcar comum refinado;
- 100g de adoçante em pó xilitol (facilmente adquirido em casas de produtos naturais);
- 100g de extrato em pó de folhas de Stevia - *Stevia rebaudiana* (Bert.) Hemsl. (facilmente adquirido em casas de produtos naturais);
- Caneta marcadora para identificação dos tratamentos;
- Cronômetro (Smartphone) e papel filme transparente para vedação da superfície dos copos.

2.2 Condução da atividade prática

O protocolo proposto no presente trabalho, utilizando materiais simples e de baixo, possui caráter inovador, pois o mesmo, faz uso do xilitol e do extrato em pó de Stevia, uma vez que são adoçantes rotineiramente encontrados no mercado, disponível para o uso, incrementado a atividade, enriquecendo as discussões entre o professor e os alunos. Na literatura, muitos autores propõem o experimento utilizando geralmente o açúcar comum (refinado ou cristal), como fonte metabolizada pelas leveduras no processo de fermentação alcoólica (Ponto Ciência, 2010; Venquiaruto et al., 2011; Zimmermann et al., 2014; Escudero et al., 2018; Pagoto et al., 2018), sal (Zimmermann et al., 2014) e caldo de cana, solução de frutose e extrato de malte (de Luca et al., 2013).

Inicialmente, os tratamentos do experimento deverão ser montados e devidamente identificados (com o auxílio de uma caneta marcadora) conforme constam no Quadro 2.

Quadro 2. Montagem e identificação dos tratamentos do experimento.

Legendas	Tratamentos
Copo 1 (Controle)	100 ml de água morna + 1 colher de chá de fermento biológico seco instantâneo.
Copo 2	100 ml de água morna + 1 colher de chá de fermento biológico seco instantâneo + 1 colher de chá de açúcar comum refinado.
Copo 3	100 ml de água morna + 1 colher de chá de fermento biológico seco instantâneo + 1 colher de chá de adoçante xilitol em pó.
Copo 4	100 ml de água morna + 1 colher de chá de fermento biológico seco instantâneo + 1 colher de chá de extrato em pó de folhas de Stevia - <i>Stevia rebaudiana</i> (Bert.) Hemsl.

Fonte: Autor (2021).

A água utilizada no experimento, deverá ser morna. Para tanto, colocar, em uma vasilha, cerca de 500 ml no micro-

ondas, e aquecer, por 1 minuto e 40 segundos. Alertar aos alunos, que a água não deve estar fervendo, pois, altas temperaturas (superiores a 55 °C) podem levar a morte das leveduras (Potter, 2017), que serão adicionadas nos tratamentos por meio do fermento biológico seco instantâneo.

Ao término da condução do tratamento número 4, vedar a superfície de todos copos com o uso de papel filme transparente, e após esse processo, solicitar aos alunos que contabilizem o tempo com o uso de um cronômetro, cerca de 15 minutos. A cada 5 minutos, os alunos irão observar se houveram mudanças nos tratamentos do experimento, anotando no caderno o que foi visualizado. Também pode ser sugerido, que os alunos tirem fotos logo após o término de todos os tratamentos, e após transcorrido os 15 minutos cronometrados, tendo com função, a comparação dos resultados obtidos.

Atualmente, as aulas estão seguindo o modo semipresencial, ou virtual de ensino, em decorrência da pandemia do novo coronavírus (SARS Cov-2). Assim, o professor poderá demonstrar a experiência aos alunos, por meio de uma aula gravada virtualmente. Após os alunos assistirem o conteúdo, os mesmos poderão repetir o experimento em suas casas, pois a proposta experimental desse artigo, parte-se como base a utilização de materiais simples e de baixo custo, sem a necessidade de realização em um laboratório físico de Biologia ou Ciências. Para potencializar a aprendizagem e avaliação, o professor poderá propor, a confecção de um relatório de aula experimental, contendo todos os resultados observados pelos alunos. Em um próximo encontro virtual, o professor poderá discutir os resultados sob a ótica da Biologia e sanar as possíveis dúvidas dos discentes.

3. Resultados e Discussão

Na Figura 1, encontram-se os resultados da atividade prática proposta. No copo 1, é o controle do experimento, os alunos vão perceber que nenhuma reação ocorreu. O professor deverá chamar a atenção, sobre a importância da existência de um tratamento padrão (controle) nos experimentos científicos. A existência dessa categoria de tratamento, minimiza o erro experimental, permitindo ao pesquisador, comparar os resultados obtidos utilizando-se diversos tipos de variáveis, obtendo-se assim resultados mais confiáveis.

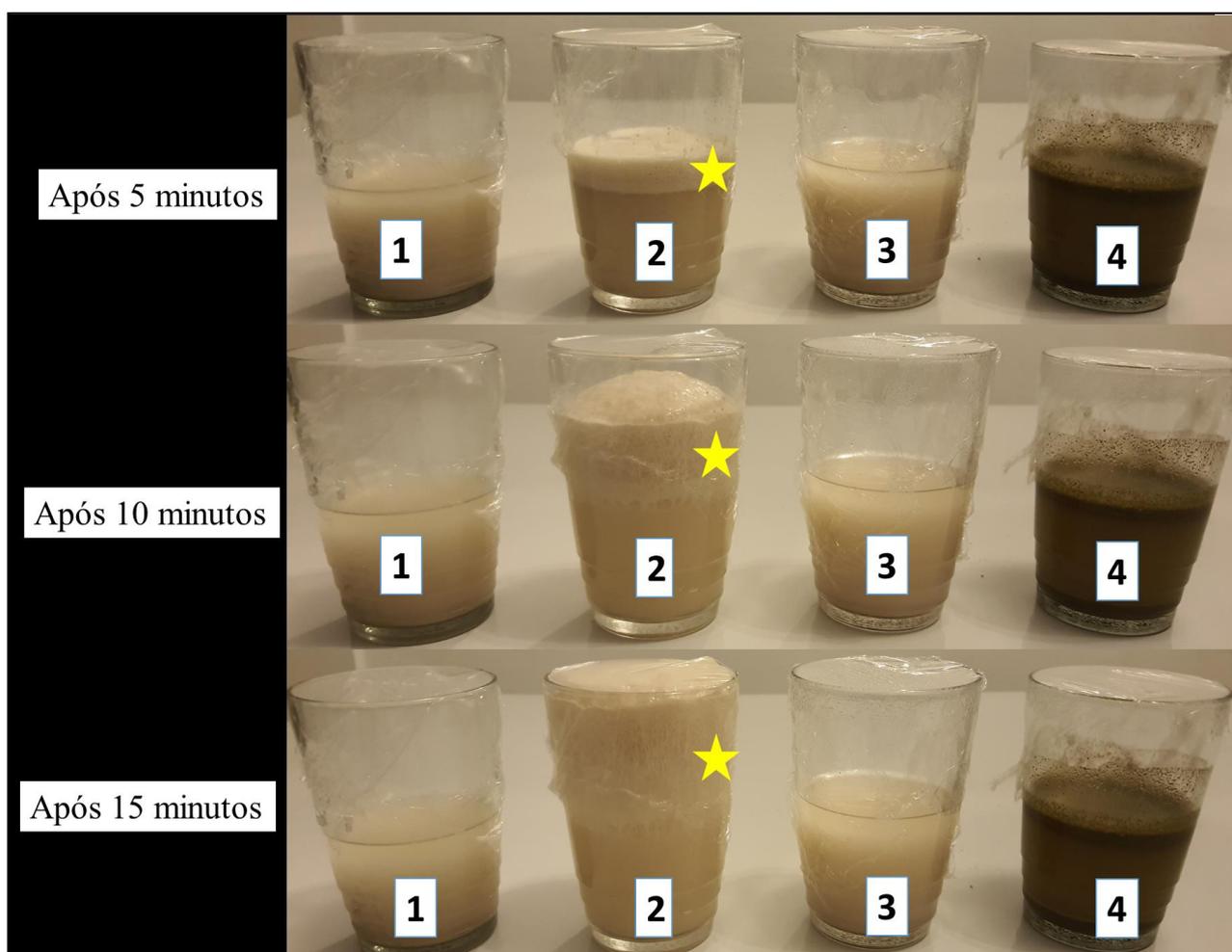
No copo 2, pode ser observado na Figura 1, a ocorrência de uma grande coluna de espuma em sua superfície. Essa reação se deve pelo fato das leveduras ali presentes, metabolizarem o açúcar refinado (dissacarídeo - sacarose) pela enzima invertase em frutose e glicose. A glicose então, irá ser “processada” por uma série de reações enzimáticas chamada de glicólise, formando o piruvato (ou ácido pirúvico), que é composto por três átomos de carbono. Segundo Nelson e Cox (2006), o piruvato então, é transformado em etanol e gás carbônico por meio de duas reações: a enzima piruvato descarboxilase transforma o ácido pirúvico em acetaldeído (composto orgânico formado por 2 moléculas de carbono), que é então transformado no último processo, em etanol (ou álcool etílico - formado por duas moléculas de carbono), por meio da enzima álcool desidrogenase. No fim do processo, a reação global da fermentação alcoólica das leveduras, formará por meio de uma molécula de glicose, duas moléculas de etanol (álcool etílico), duas moléculas de ATP (energia), duas moléculas de gás carbônico (CO₂) e duas moléculas de água. Esse tipo de respiração celular, é classificado como sendo anaeróbio, ou seja, na ausência ou pouca oferta de oxigênio. Os alunos também irão perceber, que o papel filme na superfície deste copo, ficará “inflado”, uma vez que irá ocorrer a formação de gás carbônico no meio interno do copo, justamente pelo processo fermentativo das leveduras.

O fenômeno biológico da fermentação anaeróbia, é de grande importância para o metabolismo energético de diversos organismos, inclusive as leveduras utilizadas no experimento (fungos unicelulares da espécie *Saccharomyces cerevisiae*). Essa reação é exotérmica, e ocorre no citoplasma da célula das leveduras. O gás carbônico produzido, é o gás responsável pela formação da coluna de espuma que se expande até sua superfície no copo número 2, além da síntese de álcool etílico (etanol). O etanol liberado, pelas leveduras no processo fermentativo, deixará o ambiente com um aroma bem peculiar, com

característica levemente azedo. O professor poderá questionar, se os alunos estão percebendo esse aroma no ambiente, sugerindo aos mesmos, para tentarem formular e responder hipóteses plausíveis que expliquem esse fenômeno.

O professor poderá explicar aos alunos que o açúcar utilizado no tratamento número 2, é um dos preferidos pelas leveduras, no que tange ao seu processamento metabólico. Esse experimento também evidencia a oportunidade de resgatar aos alunos os conceitos sobre o assunto de constituição química da célula, ou seja, os carboidratos, classificados em monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos, sendo de grande importância para o metabolismo energético dos seres vivos.

Figura 1. Resultados da atividade prática proposta, após o tempo de 5, 10 e 15 minutos de espera. 1: Tratamento (padrão - controle) contendo fermento biológico seco instantâneo (leveduras) + água morna; 2: Leveduras + água morna + açúcar comum refinado; 3) Leveduras + água morna + adoçante xilitol e 4) Leveduras + água morna + extrato em pó de folhas de Stevia. A estrela amarela, denota a reação ocorrida no tratamento 2, com a presença de uma “espuma” na superfície do copo, em decorrência do gás carbônico liberado pela fermentação alcoólica das leveduras ali presentes. Nos outros tratamentos, nada ocorreu.

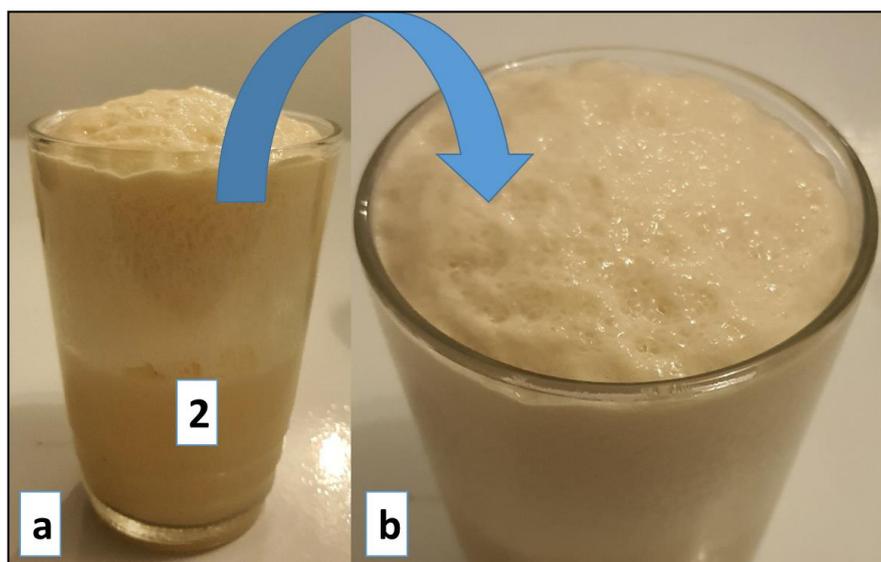


Fonte: Autor (2021).

Outra discussão interessante, é comentar com os alunos sobre o porquê, da utilização de água morna no experimento proposto. A resposta para essa questão está no fato da água aquecida, aumentar a taxa metabólica das leveduras no processo de realização da fermentação, assim, a velocidade da reação irá acontecer de maneira mais rápida quando comparada ao se utilizar água fria da torneira. Assim, a temperatura entra como um fator coadjuvante no processo de fermentação, produzindo em maior intensidade o gás carbônico, e com isso, mais bolhas serão liberadas, expandindo-se rumo a superfície do copo número 2

(Figura 1 e Figura 2a e 2b). Neste sentido, na literatura, Venquiaruto et al. (2011, p. 136) ressaltam que: “A temperatura é um dos principais parâmetros a ser considerado na fermentação. A *Saccharomyces cerevisiae* converte glicose em dióxido de carbono em uma ampla faixa de temperatura, apresentando um ótimo desempenho na faixa de 20 a 38 °C”.

Figura 2. Tratamento 2: fermento biológico seco instantâneo (Leveduras) + água morna + açúcar comum refinado. Ocorreu logo após 15 minutos, a presença de uma “espuma” expressiva na superfície do copo (a) vista lateral e (b) vista superior. Esse fenômeno foi observado, em decorrência do gás carbônico produzido pela fermentação alcoólica das leveduras (respiração anaeróbia) ali presentes e, com a retirada do plástico filme, foi possível sentir o odor azedo característico que se deu, pela produção de etanol ou o álcool etílico por esses organismos.



Fonte: Autor (2021).

Outro ponto de grande importância, é discutir com os alunos sobre o mecanismo da fabricação do pão. A massa do pão cresce, pela existência de leveduras contidas no fermento, sendo adicionadas na massa no processo inicial de sua fabricação. Estes seres unicelulares, irão realizar o processo de fermentação alcoólica, utilizando como substrato o açúcar e a farinha de trigo (amido), que é adicionado para a composição da massa, formando etanol e gás carbônico, liberando ATP. O gás carbônico fará com que a massa se torne dotada de pequenas bolhas de ar, e cresça, tornando-se bem maior. Todo esse processo, é facilitado pela temperatura quente do forno, que como resultado, temos o pão que é cotidianamente consumido no café da manhã. Nessa parte da aula, o professor deverá chamar a atenção dos alunos que este fenômeno, é similar, com o que ocorre com o tratamento número 2, ou seja, aquela espuma gerada na superfície do copo (Figura 1 e Figura 2a e 2b) pelas leveduras, que nada mais é do que o processo da fermentação alcoólica, liberando gás carbônico, etanol e energia (ATP).

Nos copos 3 e 4, ou seja, com o xilitol e o extrato em pó de folhas de Stevia respectivamente, nenhuma reação ocorreu. Discutir com os alunos que, estes compostos não são metabolizados, ou consumidos de maneira preferida pelas leveduras no processo de obtenção de energia na fermentação, não ocorrendo, nenhuma reação. Discutir com os alunos que o xilitol, é um adoçante, ou edulcorante que são formulados com a função de conferir o sabor doce aos alimentos e bebidas (Ribeiro et al., 2020). O xilitol, é um adoçante poliálcool cuja fórmula molecular é $C_5H_{12}O_5$ (1,2,3,4,5-pentaidroxipentano) (Musatto & Roberto, 2002), que pode ser produzido pelo metabolismo de carboidratos no corpo humano e industrialmente, a partir do sabugo de milho, cana de açúcar, cascas de sementes e de nozes. (Françoso, 2015). O adoçante xilitol, ainda possui vários benefícios a saúde como destacam Musatto et al., (2002, p. 401):

[...]o xilitol tem um grande potencial de aplicação nas áreas odontológica e médica, tendo-se mostrado eficaz no combate às cáries dentárias e no tratamento de outros males como diabetes, desordem no metabolismo de lipídeos e lesões renais e parenterais. Além disso, o xilitol previne infecções pulmonares, otite e osteoporose.

Já o extrato em pó de Stevia, utilizada no experimento (copo 4), provém de uma planta da espécie *Stevia rebaudiana* (Bert.) Hemsl. que pertence à família *Asteraceae* e é de grande importância para as indústrias farmacêuticas e alimentícias, possuindo um composto denominado, esteviosídeo (stevia) obtido das folhas desta planta, sendo considerado um adoçante natural valioso (Khlebova et al., 2019).

4. Conclusão

O uso de aulas experimentais na disciplina de Biologia, pode ser de grande impacto, permitindo aliar a teoria, na prática, além de facilitar a aprendizagem dos discentes. Além disso, a prática de aulas experimentais permite desenvolver no aluno o interesse pela ciência, formulação e resposta de hipóteses.

Como perspectivas futuras, o professor, poderá propor aos alunos outros experimentos utilizando materiais simples e de baixo custo, como por exemplo, uma aula prática sobre a fermentação láctica pelas bactérias do leite (Gonçalves, 2021d).

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

- 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.
- de Luca, A. G., Schneider, A. G. dos Santos, S. A., & Weise, F. G. (2013, março). Fermentação alcoólica: uma abordagem experimental para o ensino de Biologia e Química. *VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL), XVI Semana Acadêmica de Ciências Biológicas*. https://san.uri.br/sites/anais/erebio2013/comunicacao/13346_40_Anelise_Grunfeld_de_Luca.pdf
- Dutra, B. C. & Güllich, R. I. C. (2016, setembro). A fermentação biológica e as contribuições para a aprendizagem. Relato de experiência, *XXIV Seminário de Iniciação Científica*, Ijuí, RS, Brasil.
- Escudero, M. C., Franchi, I. L., Almeida, C. S., & Ribeiro, I. S. (2018, novembro). *Conhecendo O Processo De Fermentação: Fungos unicelulares (Saccharomyces cerevisiae)*. 10ª Jornada Científica e Tecnológica e 7º Simpósio de Pós-Graduação. <https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcmuz2/jcmuz2/paper/viewFile/3890/3237>
- Françoso, L. O. (2015). *Xilitol: um edulcorante diversificado e benéfico para a saúde humana – Uma Revisão Bibliográfica*. Monografia de Conclusão de Curso (MCC), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, SP, Brasil. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/124342>
- 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). Xiii, o leite fermentou! Uma proposta de aula prática de Bioquímica para o Ensino Médio. *Revista Educação Pública*, 21(18), <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/18/xiii-o-leite-fermentou-uma-proposta-de-aula-pratica-de-bioquimica-para-o-ensino-medio>
- Interaminense, B. K. S. (2019). A importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma Metodologia Interativa. *Revista Id on line Revista Multidisciplinar e de Psicologia*. 13(45), 342-355. <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/1842/2675>
- Khlebova, L. P., Orazov, A., Titova, A. M. & Pirogova, A. V. (2019). Adaptation to ex vitro conditions of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsl. Regenerants. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 376-380. <https://www.ujecology.com/articles/adaptation-to-ex-vitro-conditions-of-stevia-rebaudiana-bertoni-hemsl-regenerants.pdf>
- Krasilchik, M. (2019). *Prática de Ensino de Biologia*. (4a ed.), Edusp, São Paulo, 199p.

Leão, G. M. C. & Randi, M. A. F. (2017, agosto). Existe vida além da aula expositiva? um caso para a biologia celular. *Anais do XIII Congresso Nacional de Educação*, Curitiba, PR, Brasil.

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, São Paulo, BR. 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

Motokane, M. T. (2020). *Argumentação e atividades investigativas*. In: Silva, A. C. T., Souza, D. N. Sequências de ensino investigativas para o ensino de ciências. Curitiba: Editora CRV, p. 23-35.

Musatto, S. I. & Roberto, I. C. (2002). Xilitol: Edulcorante com efeitos benéficos para a saúde humana. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*. 38(4), 401-413, <https://www.scielo.br/j/rbfc/a/W7wsrFqVKVkt8Lsp3RzYRgx/?format=pdf&lang=pt>

Nelson, D. L. & Cox, M. M. (2006). *Lehninger Princípios de Bioquímica*. (4a ed.), Ed. Sarvier.

Pagoto, L., Pereira, K. A., & de Carvalho, I. F. (2018, outubro). Estudo da fermentação alcoólica e láctica com a utilização de micro-organismos através de uma sequência didática em escola pública. *Anais V CONEDU*. Campina Grande: Realize Editora <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/47346>

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria.

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>

Ponto Ciência (2010). *Fermentação: como os fungos fazem bebida alcoólica*. <https://www.youtube.com/watch?v=zFm-G7geqPQ>

Potter, J. (2017). *Cozinha Geek: ciência de verdade, grandes cozinheiros e boa comida*. 2ª edição. Rio de Janeiro: Alta Books, 480p.

Ribeiro, T. R., Pirolla, N. F. F., & Nascimento-Júnior, N. M. (2020). Adoçantes Artificiais e Naturais: Propriedades Químicas e Biológicas, Processos de Produção e Potenciais Efeitos Nocivos. *Revista Virtual de Química*. 12(5), 1-41. <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/RVq180820-a1.pdf>

Souza, C. M. & Dos Santos, C. B. (2019). Aulas Práticas no ensino de Biologia: Desafios e Possibilidades. *Id on line Revista Multidisciplinar e de Psicologia*. 13(45), 426-433. <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/1839>

Venquiaruto, L. D., Dallago, R. M., Vanzeto, J. Del Pino, J. C. (2011). Saberes Populares Fazendo-se Saberes Escolares: Um estudo envolvendo a produção artesanal do pão. *Química Nova na Escola*, 33(3). http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/outubro2011/quimica_artigos/saber_pop_escolar_art.pdf

Zimmermann, C.; Hermel, E.E.S.; Pelissaro, T.M.; Both, M. (2014). Os fungos e o pão: atividade experimental sobre a produção e a decomposição do pão. *Revista da SBenBio*, 7. <http://docplayer.com.br/68367942-Os-fungos-e-o-pao-atividade-experimental-sobre-a-producao-e-a-decomposicao-do-pao.html>