

## ELABORAÇÃO DE TEPACHE E VINAGRE DE MAÇÃ COMO PRÁTICA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

**Tiago Maretti Gonçalves** 

Universidade Federal de São Carlos  
– UFSCar  
[tiagobio1@hotmail.com](mailto:tiagobio1@hotmail.com)

**Klenicy Kazumy de Lima** 

**Yamaguchi**

Instituto de Saúde e Biotecnologia da  
Universidade Federal do Amazonas –  
ISB/UFAM  
[Klenicy@gmail.com](mailto:Klenicy@gmail.com)

### Resumo

Práticas experimentais se destacam como metodologias de ensino interessantes, permitindo cativar, motivar, promover o ato de fazer ciências, além de despertar o senso crítico nos discentes. Assim, o presente trabalho espera facilitar a compreensão do tema sobre fermentação (alcoólica e acética), em uma ótica interdisciplinar de ensino, envolvendo a Química e a Biologia para os alunos do Ensino Médio. Nesse sentido, propôs-se o uso de materiais simples e de baixo custo em uma sequência didática com atividades experimentais envolvendo a fermentação alcoólica (bebida fermentada do tepache) e acética com a formação de vinagre de maçã. Com as atividades propostas, busca-se que os discentes possam vivenciar a aplicação de uma reação química, preparo de substâncias, manuseio de vidrarias e o conhecimento da estrutura de moléculas orgânicas advindas do processo fermentativo. Com a Biologia, será possível o entendimento dos processos biológicos da fermentação alcoólica e acética, além da sua importância no cotidiano e na indústria alimentícia. Como resultados esperados, a atividade proposta permite desmistificar a complexidade do tema, tornando possível uma aprendizagem mais efetiva por parte dos alunos, além de popularizar o ato de fazer ciências, com a formulação e resposta de hipóteses, e contribuir para um ensino que é aplicável e que faz parte da vivência dos estudantes.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. Ensino de Biologia. Fermentação alcoólica. Fermentação acética. Práticas educativa.

## INTERDISCIPLINARY USE OF NATURAL ACID-BASE INDICATOR IN INVESTIGATIVE SCIENCE CLASSES

### Abstract

Experimental practices stand out as interesting teaching methodologies, allowing for engagement, motivation, the promotion of doing science, and the awakening of critical thinking in students. Thus, this work aims to facilitate the understanding of fermentation (alcoholic and acetic) from an interdisciplinary teaching perspective, involving Chemistry and Biology for high school students. In this sense, the use of simple and low-cost materials was proposed in a didactic sequence with experimental activities involving alcoholic fermentation (tepache fermented drink) and acetic fermentation with the formation of apple cider vinegar. With the proposed activities, it is intended that students can experience the application of a chemical reaction, the preparation of substances, the handling of glassware, and the knowledge of the structure of organic molecules derived from the fermentation process. Through Biology, it will be possible to understand the biological processes of alcoholic and acetic fermentation, as well as their importance in daily life and the food industry. The expected results of this proposed activity include demystifying the complexity of the topic, making learning more effective for students, popularizing the act of doing science through the formulation and answering of hypotheses, and contributing to an education that is applicable and part of the students' experiences.

**Keywords:** Chemistry teaching. Teaching Biology. Alcoholic fermentation. Acetic fermentation. Educational practices.

## 1. INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências deve contribuir para uma formação interdisciplinar e holística dos indivíduos, fazendo com que o que os estudantes aprendem em sala de aula seja útil para sua vivência no meio em que estão inseridos. E como é gratificante quando os alunos, ao aplicarem os conhecimentos obtidos em sala de aula, conseguem perceber e entender que tudo o que estudam e vivenciam está relacionado. Esse é um desafio recorrente nos tempos atuais. Nem sempre é uma tarefa fácil, mas com certeza é um percurso que deve ser estimulado e que merece atenção e dedicação por parte de todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem.

Em Ciências, como a Química e a Biologia, existem muitos processos e termos científicos que, embora inicialmente possam ser considerados complexos devido à presença de cálculos, gráficos, estatística e matemática, perfazem os fenômenos e reações que estão presentes nas mais diversas atividades e ações do ser humano (Capechi, 2020).

Nesse sentido, a abordagem de aulas experimentais se destaca como um valioso recurso educacional para demonstrar de forma visual e lúdica a aplicação da teoria (Peruzzi; Fofonka, 2014; Gonçalves, 2021). No entanto, uma problemática para que essa abordagem ocorra de forma plena e condizente relaciona-se com a dificuldade de uma infraestrutura adequada nas escolas, a sobrecarga de trabalho dos docentes, a necessidade de adaptação dos conteúdos à realidade do meio em que o ensino ocorre, entre outros fatores de cunho profissional e pessoal de todos os envolvidos nesse cenário (Marandino; Selles; Ferreira, 2009; Cassiano et al., 2023; Gonçalves e Yamaguchi, 2024a).

De acordo com dados do INEP e do Censo Escolar de 2018 (Ministério da Educação, 2019), apenas 38,8% das escolas públicas brasileiras que oferecem ensino médio possuem laboratórios de Ciências devidamente equipados e disponíveis para uso. Essa carência estrutural pode dificultar a proposição e a realização de atividades práticas experimentais pelos professores.

Experimentos utilizando materiais simples, acessíveis e de baixo custo têm sido alternativas muito interessantes para a promoção do ensino de conteúdos em Ciências, tornando a aprendizagem mais instigante e motivadora, despertando a curiosidade e o interesse dos alunos (Peruzzi; Fofonka, 2014; Gonçalves, 2021). Além disso, as aulas práticas são momentos ricos em aprendizagem no que tange a arte de fazer ciências, elaborando e respondendo hipóteses, tornando os alunos sujeitos mais próximos da criticidade e do mundo científico (Bartzik; Zander, 2016; Silva, 2023). Segundo Rocha e Freitas (2020, p. 23), o aluno, quando realiza uma atividade experimental, “associa o conceito à aplicabilidade, dá significado e

estabelece sentido aos fenômenos naturais e, assim, constrói o conhecimento pelo seu universo de compreensão”.

Uma temática estudada no ensino de Ciências e que tem uma vasta aplicabilidade é o processo de fermentação. Diversos trabalhos na literatura trazem o uso de fermentos químicos e biológicos na elaboração de pães e derivados para a explicação dos fenômenos químicos e sua importância biológica. No entanto, faz-se necessário uma fonte de calor para que esses processos ocorram, o que nem sempre é viável.

O objetivo deste trabalho é propor duas práticas experimentais interdisciplinares utilizando processos de fermentação como ferramenta para o ensino de Ciências. Ambas as práticas podem ser utilizadas tanto para o ensino médio como superior, adaptando-se à realidade e ao tipo de conteúdo que poderá ser abordado. A prática proposta neste trabalho não demanda a existência de um laboratório físico e poderá ser realizada na própria sala de aula, com o uso de materiais simples, de fácil acesso e de baixo custo.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

A sequência didática consiste em 4 etapas, conforme o fluxograma a seguir:

O presente trabalho caracteriza-se como uma proposta educacional e exhibe seus resultados avaliados sob uma ótica qualitativa. Nesse sentido, Godoy (1995, p. 10) ressalta que uma pesquisa qualitativa permite ao pesquisador captar “o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes. Vários tipos de dados são coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno”.

A proposta educacional, também denominada de proposta pedagógica, é definida como um documento essencial que estabelece os objetivos, diretrizes e princípios que orientam as práticas de ensino e aprendizagem em uma instituição educacional. Esse documento é crucial no cenário educacional, pois expressa a identidade da escola, sua missão e seus valores. A proposta pedagógica deve estar em conformidade com as legislações educacionais vigentes e ser desenvolvida de forma democrática, envolvendo toda a comunidade escolar (Redeinspiraeducadores, 2023).

Para tanto, a proposta educacional apresentada neste trabalho será dividida em quatro momentos, conforme mostrado na tabela a seguir.

Tabela 1 – Delimitação da proposta educacional.

<b>AULA</b>	<b>ATIVIDADE</b>	<b>OBJETIVOS</b>
<b>AULA 1</b>	Aula teórica dialogada sobre o processo de fermentação	Explicar aos alunos sob os principais compostos químicos gerados na fermentação, os tipos e a importância biológica e de aplicação
<b>AULA 2</b>	Aula experimental sobre Fermentação: Elaboração do Tepache (fermentação alcoólica) e vinagre de maçã (fermentação acética)	Vivenciar aos alunos os aspectos práticos sobre os diferentes tipos de fermentação
<b>AULA 3</b>	Avaliação do aprendizado	Avaliar a aprendizagem discente por meio de um questionário interdisciplinar
<b>AULA 4</b>	Avaliação da atividade	Avaliar a atividade e averiguar a perspectiva dos estudantes sobre as metodologias propostas

Fonte: Autores (2024)

Os protocolos dos experimentos podem ser visualizados na figura 1.

### Elaboração de Tepache (Fermentação alcoólica)



1 Abacaxi



1 xícara de açúcar



1L de água



1 copo graduado



tecido limpo

**PROTOCOLO EXPERIMENTAL**

- 1) Lavar bem o abacaxi em água corrente, em seguida, descascá-lo.
- 2) Colocar a casca do abacaxi em um recipiente grande e adicionar o açúcar.
- 3) Adicionar a água ao recipiente, cobrindo completamente os ingredientes. Se desejar, você pode adicionar a coroa do abacaxi ao recipiente para adicionar ainda mais sabor.
- 4) Cobrir o recipiente com um pano limpo ou com uma tampa que permita a circulação de ar, mas que impeça a entrada de insetos ou poeira.
- 5) Deixar a mistura fermentar em temperatura ambiente por 3 a 7 dias. Durante esse período, observar a mistura diariamente para verificar o progresso da fermentação.
- 6) Quando o tepache estiver pronto, ele terá adquirido um sabor levemente ácido e uma textura efervescente.
- 7) Após perceber essas características, coar a mistura para remover os pedaços de casca e transferir o filtrado para garrafas ou recipientes de armazenamento.

### Elaboração de Vinagre de maçã (Fermentação acética)



5 maçãs



4 colheres de açúcar



1L de água



1 copo graduado



tecido limpo



Fermento biológico seco

**PROTOCOLO EXPERIMENTAL**

- 1) Lavar bem as maçãs em água corrente, em seguida, cortar em pequenos cubos.
- 2) Acondicioná-las no pote com capacidade de 1L.
- 3) Adicionar 4 colheres de sopa de açúcar e 1L de água. Mexer bem até que o açúcar possa ser dissolvido completamente.
- 4) Cobrir a superfície do pote de vidro com o uso de um pano, ou redum tecido limpo, vedando sua extremidade com o auxílio de um fitilho ou elástico.
- 5) Manter essa solução durante 2 semanas, em um local arejado, seco e pouco iluminado, mexendo uma vez ao dia a solução vagarosamente com o auxílio de uma colher.
- 6) Passado esse tempo, filtrar o seu conteúdo para um novo pote, mantendo coberta a sua superfície coberta durante mais duas semanas.
- 7) Após esse período, o vinagre de maçã estará pronto, adquirindo um cheiro e coloração característicos.

Figura 1 – Protocolo de elaboração experimental de tepache e vinagre de maçã.

Fonte: Os autores, 2024.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na execução das práticas experimentais, os alunos poderão vivenciar a aplicação dos aspectos teóricos sobre a fermentação alcoólica e acética por meio da prática, sob mediação do professor, com a aula experimental da fabricação de vinagre de maçã caseiro e tepache.

O tepache é uma bebida fermentada tradicionalmente feita no México, especialmente nas regiões central e sul do país. Ela é feita a partir da fermentação da casca e do talo do abacaxi, juntamente com água, açúcar e especiarias (opcionais). Na casca do abacaxi encontram-se leveduras e bactérias selvagens que são capazes de realizar o processo de fermentação.

O processo de fermentação pode durar de alguns dias a uma semana, dependendo das condições ambientais e das condições de maturação do fruto. Além do sabor, o tepache também pode oferecer benefícios para a saúde devido à presença de probióticos. Nesse processo, os açúcares, a glicose e a frutose do abacaxi, e a sacarose do açúcar adicionado, são transformados em álcool etílico (etanol) e dióxido de carbono. À medida que as leveduras consomem os açúcares, elas produzem álcool como subproduto, dando à bebida seu teor alcoólico. Esse processo de formação do álcool pode ser monitorado com o auxílio de um densímetro, onde se compara a densidade final e a densidade inicial do produto por meio da fórmula:

$$ABV = (OG - FG) \times 131$$

Em que ABV é a quantidade de álcool por volume, OG é a densidade antes da fermentação e FG é a densidade após a fermentação. Além disso, é possível observar a formação do dióxido de carbono que é liberado como gás, criando uma textura efervescente na bebida.

Além das leveduras, as bactérias presentes também desempenham um papel importante no processo de fermentação. Algumas espécies de bactérias podem contribuir para o sabor e aroma característicos do tepache, além de ajudar a controlar o ambiente de fermentação, inibindo o crescimento de bactérias indesejadas.

Na elaboração do vinagre de maçã, durante a primeira etapa do experimento, que ocorre logo após a segunda semana, as leveduras adicionadas (fungos unicelulares da espécie *Saccharomyces cerevisiae*) irão metabolizar o açúcar (sacarose) e os açúcares da própria maçã, liberando etanol, duas moléculas de gás carbônico e duas moléculas de ATP (energia). Estes são os principais produtos da fermentação alcoólica, assim como no processo do tepache.

Nos dois processos de fermentação, a sacarose, que é um dissacarídeo formado por uma molécula de glicose e uma de frutose, é transformada em unidades de monossacarídeos, que

são a glicose e a frutose, por meio de uma enzima denominada invertase. A reação da fermentação alcoólica continua com a ação de outra enzima presente nas leveduras, chamada zimase, que converte os açúcares de glicose e/ou frutose em etanol (Figura 2), promovendo um odor característico azedo que se desprende no ambiente (Ferreira e Montes, 1999).

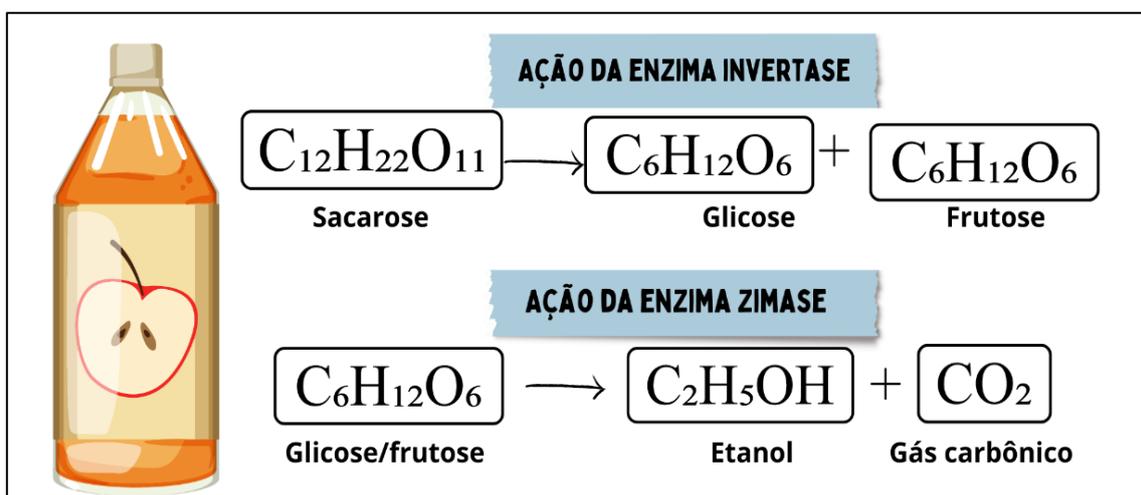


Figura 2 – Processo de fermentação para obtenção de etanol.

Fonte: Os autores, 2024.

Além do açúcar adicionado nos experimentos, as leveduras também conseguem metabolizar os açúcares oriundos dos próprios frutos. No entanto, o processo de fermentação é mais acelerado quando se adiciona outra fonte de açúcares, que no caso foi o açúcar comercial.

Na elaboração do vinagre, a partir da segunda semana, os alunos começarão a vivenciar a etapa da fermentação acética no experimento. A fermentação acética é realizada por meio de bactérias dos gêneros *Acetobacter* e *Gluconobacter* (Rizzon e Meneguzzo, 2002). Essas bactérias são capazes de transformar o etanol em ácido acético (vinagre) e água. No fim da segunda semana, os alunos serão capazes de reconhecer o produto dessa fermentação por meio do uso de uma fita indicadora de pH, além do odor característico do vinagre produzido. Ao adicionar a fita no interior do pote contendo o líquido (vinagre de maçã), a fita indicadora de pH mostrará a presença de um pH ácido. Essa mudança de coloração pode ser explicada pela presença do ácido acético, que é o principal produto da fermentação acética na produção do vinagre. Se fosse possível degustar o vinagre caseiro de maçã, os alunos perceberiam um paladar ácido e azedo, característico do vinagre, devido à formação do ácido acético (Figura 3).

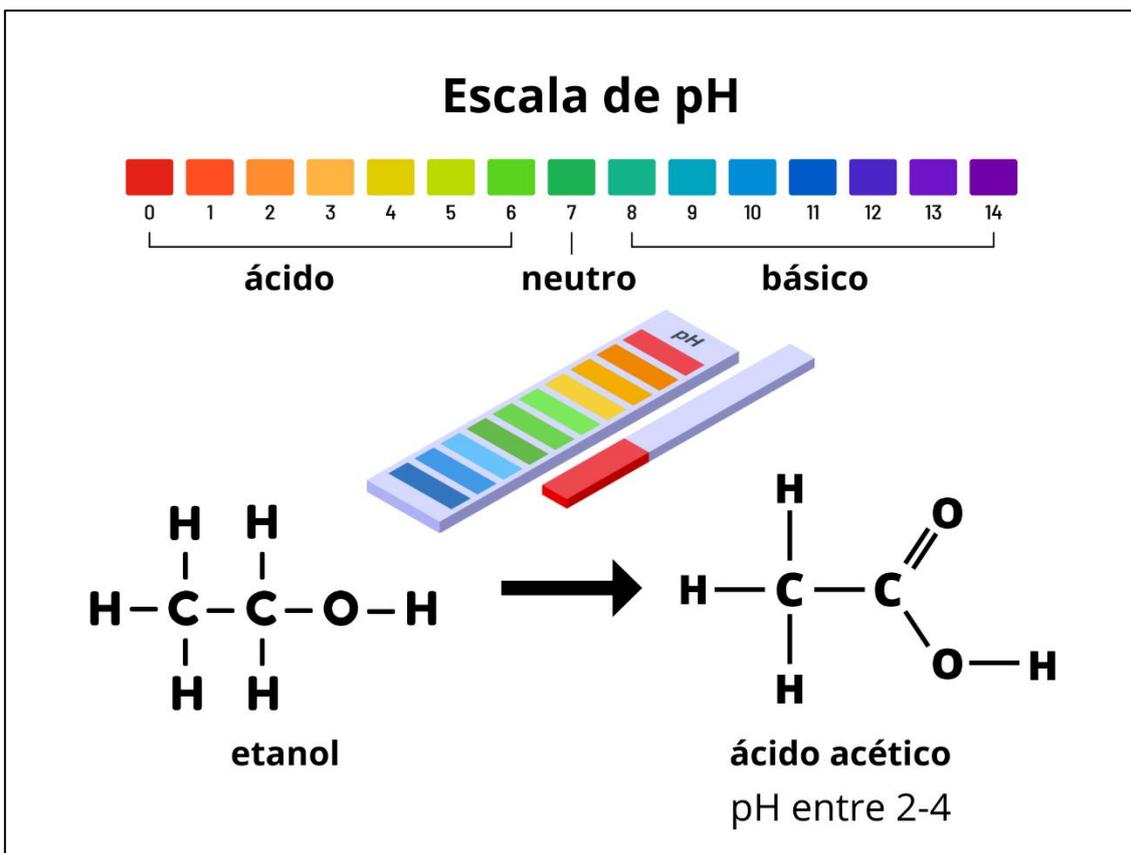
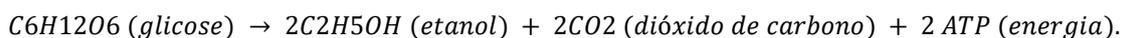


Figura 3 – Ilustração da característica ácida do ácido acético.

Fonte: Os autores, 2024.

Segundo Rodrigues et al. (2000), a fermentação alcoólica é um processo exotérmico, pois, neste processo, ocorre a liberação de energia para o meio externo na forma de moléculas de ATP (2 moléculas de ATP). Nesse processo ocorre a seguinte reação:



Essa reação é exotérmica pois como um dos produtos é formado energia na forma de ATP, que é liberada para o meio externo. Portanto, é interessante ressaltar aos alunos que o rendimento energético oriundo dessas fermentações é mais baixo quando comparada a respiração celular aeróbia, sendo essa última mais eficiente produzindo em torno de 36 a 38 ATP's. (CHEMEUROPE, 2024). Em pesquisas mais atuais recentes foi constatado que a produção final de energia na respiração celular aeróbia pode variar entre 30 e 32 moléculas de ATP por cada molécula de glicose oxidada. Essa variação depende do tipo de célula onde o processo ocorre: em células musculares cardíacas, a produção é de 32 moléculas de ATP, enquanto em células musculares esqueléticas, a produção totaliza 30 moléculas de ATP (Aklectures, 2024).

No intuito de promover discussão e problematização dos resultados obtidos, o professor poderá sugerir aos alunos a resolução de uma lista de exercícios interdisciplinares (Figura 4), que contempla os tópicos sobre a fermentação alcoólica e acética em Ciências.

### EXERCÍCIO

Sobre o protocolo da atividade prática, preencha os dados:

Questões	Resultado
Quantos gramas de abacaxi e de maçã foram utilizados?	
Quantos gramas de açúcar foram utilizados?	
Quantos mL de água?	
Quantas horas foi realizado o processo de fermentação?	

Sobre o processo realizado na fermentação do tepache:

Características analisadas	Antes	Após a fermentação
Coloração		
Cheiro		
Aparência		
Outras diferenças		

Sobre o processo realizado na fermentação da maçã:

Características analisadas	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana
Coloração				
Cheiro				
Aparência				
pH				
Outras diferenças				

- Cite duas outras bebidas que são obtidas de forma fermentada.
- Escreva a equação geral de fermentação alcoólica e acética e explique por que esse fenômeno é caracterizado como sendo exotérmico.
- Quais são os microrganismos responsáveis pela fermentação acética?
- Ao fabricar-se o pão, é adicionado na massa o fermento biológico (leveduras). Essa matéria prima, em conjunto com a água, farinha de trigo e açúcar, é importante para que possa ser obtido um pão aerado. Explique o papel das leveduras e do açúcar no processo de fabricação do pão.
- Explique a diferença da alteração de pH no processo de elaboração do vinagre de maçã ao longo das semanas de fabricação.

Figura 4 – Questões interdisciplinares para serem disponibilizadas aos alunos.

Fonte: Os autores, 2024.

Em acréscimo, pode ser comparado com o uso de fermento no processo de panificação, em que as leveduras irão favorecer o crescimento da massa do pão, em detrimento da quebra das moléculas de sacarose (açúcar) produzindo gás carbônico, etanol e energia. Assim, o açúcar é o substrato alimentar para que as leveduras realizem o processo de fermentação alcoólica, permitindo o crescimento da massa do pão pelo gás carbônico por elas emitido.

Ao trabalhar com os discentes o experimento de fermentação caseira, com o intuito de estimulá-los ao aprendizado alternativo sobre os tópicos de fermentação alcoólica e acética, é indispensável que os alunos possam ser estimulados a explorar as vivências, os saberes, além dos interesses e curiosidades que recaem sobre a natureza e os aspectos materiais, além de estarem cientes sobre a organização das mais variadas formas de conhecimentos relacionados a diferentes áreas do saber (Becker-Ritt, 2022), como é o caso da Biologia e da Química. Assim, é ressaltado na literatura que:

a maioria dos(as) estudantes, nos vários níveis de formação, afirma não gostar da disciplina Química e, até classificam os conteúdos abordados de difícil compreensão/entendimento e, não raras as vezes, dizem não ver relação destes com nosso dia a dia (Becker-Ritt, 2022, p. 6).

Na literatura, Gonçalves e Yamaguchi (2024b), propuseram uma atividade experimental baseada em uma sequência didática, utilizando materiais simples e de baixo custo no que tange ao ensino de Química e Biologia. Neste trabalho, os autores exploraram uma abordagem interdisciplinar utilizando indicadores ácidos e bases naturais, como o caso do cará roxo e do repolho roxo, no ensino de funções inorgânicas (Química) e o mecanismo do metabolismo energético (fermentação láctica das bactérias - Biologia). Com a abordagem deste trabalho, a aprendizagem é mais efetiva, “tornando as aulas mais instigantes e motivadoras, além de permitir a ótica da experimentação em Ciência nos discentes, tarefa essa de grande relevância no contexto educacional atual” (Gonçalves; Yamaguchi, 2024b).

Neste sentido, a experimentação em sala de aula contribui para um melhor entendimento dos fenômenos da natureza, e como estes podem impactar a vida do aluno no seu cotidiano. Assim, Souza, Rodrigues e Ramos (2016) defendem que: “os cidadãos necessitam dispor de um conjunto de conhecimentos científicos e tecnológicos que lhes permitam responder adequadamente quando confrontados a estas e a outras questões que afetam sua vida prática”. Esta afirmação entre em consonância com o experimento proposto pois, no caso do vinagre sendo um produto caseiro popularmente utilizado no dia a dia das pessoas em suas casas, seja para temperar uma salada (condimento), desinfetar alimentos ou para até mesmo para fins

medicinais (Rizzon e Meneguzzo, 2002). Assim, é muito importante transmitir aos alunos como esse produto pode ser fabricado, contemplando os fenômenos da fermentação alcoólica (leveduras) e acética (bactérias), tornando-se estes assuntos menos desafiadores e mais aplicados ao seu cotidiano.

#### 4. CONCLUSÃO

A realização de práticas experimentais no ensino de Ciências, como a elaboração de tepache e vinagre de maçã, visa contribuir com uma maior compreensão das reações químicas e biológicas envolvidas no processo de fermentação, além de desenvolver habilidades importantes como o manuseio de materiais de laboratório, a interpretação de resultados experimentais e a compreensão da importância dos processos químicos de forma aplicada.

Essas atividades experimentais não só tornam o aprendizado mais dinâmico e envolvente, mas também despertam a curiosidade e o interesse dos alunos pelas Ciências. Por meio do uso de materiais simples e de baixo custo é possível realizar experimentos significativos mesmo com limitações de infraestrutura.

Além disso, a interdisciplinaridade entre Química e Biologia poderá contribuir para uma formação mais completa dos estudantes, permitindo que eles percebam a interconexão entre diferentes áreas do conhecimento e a relevância dessas ciências no seu cotidiano e na indústria alimentícia. A fermentação, um processo amplamente utilizado e estudado, poderá aproximar conceitos científicos estão presentes em diversos aspectos da vida diária.

Dessa forma, essa proposta experimental reforça a importância das práticas no ensino de Ciências como um meio de tornar o aprendizado mais efetivo, significativo e aplicável à vida dos alunos. Recomenda-se que essas práticas sejam incorporadas de maneira regular ao currículo escolar, incentivando uma abordagem pedagógica que valorize a experimentação e a descoberta, promovendo um ensino de Ciências mais completo e engajador.

#### REFERÊNCIAS

AKLECTURES (2023). **ATP Yield of Aerobic Cell Respiration**. Disponível em: <<https://aklectures.com/lecture/oxidative-phosphorylation/atp-yield-of-aerobic-cell-respiration#:~:text=The%20number%20depends%20on%20the,shuttle%20generate%2030%20ATP%20molecules>>. Acesso em: 16 jun, 2024.

BARTIZIK, F. ZANDER, L. D. A importância das aulas práticas de ciências no ensino fundamental. **Revista @rquivo Brasileiro de Educação**, v.4, n. 8, p. 31-38, 2016.

BECKER-RITT, A. B. The energy theme as a facilitator of transdisciplinarity. **Acta Scientiae**. v. 24, nº 6, p. 1-23, 2022.

CAPECHI, M. C. V. M. **Problematização no Ensino de Ciências**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 21-39, 2024.

CASSIANO, C.; GONÇALVES, A. R.; GONÇALVES, D. R.; GONÇALVES, J. R. L. Desmotivação acadêmica: buscando compreender a realidade. **Revista Família, Ciclos de Vida e Saúde no Contexto Social**. v. 2, n. 9, p. 417-426, 2021.

CHEMEUROPE (2024). **Cellular respiration**. Disponível em: <[https://www.chemeurope.com/en/encyclopedia/Cellular\\_respiration.html](https://www.chemeurope.com/en/encyclopedia/Cellular_respiration.html) Acesso em: 16 jun. 2024.>

FERREIRA, E. C.; MONTES, R. A química da produção de bebidas alcoólicas. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 50-51, 1999.

GODOY, A.S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GONÇALVES, T. M. Extraíndo o DNA de vegetais: uma proposta de aula prática para facilitar a aprendizagem de Genética no Ensino Médio. **Revista Educação Pública**, v. 21, n. 15, sp. (on-line). 2021.

GONÇALVES, T. M.; YAMAGUCHI, K. K. L. O Extrato Aquoso de flores de Bela Emília (*Plumbago auriculata*) como indicador natural de pH no Ensino Investigativo de Química. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 7, n. 14, p. e141010, 2024a.

GONÇALVES, T. M.; YAMAGUCHI, K. K. L. Uso de indicador natural ácido-base de forma interdisciplinar em aulas investigativas no ensino de ciências. **Arquivos do Mudi - Arqmudi**. 28, p. 72-81, 2024b.

LOURENÇO, C. A. S.; TOLEDO, J. C. N.; BIANCHI, R. M. C. Obtenção do etanol a partir do reaproveitamento dos rejeitos do processo de produção da cachaça. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. v. 5, n. 04, s. 1, p. 29-54. 2020.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. 1ª ed, São Paulo: Editora Cortez, p.215, 2009.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. (2019). **Números revelam deficiências das escolas de ensino médio**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/33541-censo-escolar/73311-numeros-revelam-deficiencias-das-escolas-de-ensino-medio> Acesso: 02 jun. 2024.>

PERUZZI, S. L.; FOFONKA, L. A importância da aula prática para a construção significativa do conhecimento: a visão dos professores das ciências da natureza. **Educação ambiental em Ação**, n.47, sp. (on-line), 2014.

REDEINSPIRADEEDUCADORES. (2023). **Proposta pedagógica da escola: qual a sua importância?** Disponível em: <<https://www.redeinspiraeducadores.com.br/blog/proposta-pedagogica-da-escola->

