

Explorando a Fermentação das leveduras: Uma Abordagem Ativa no Ensino de Biologia

Exploring Yeast Fermentation: An Active Approach to Teaching Cell Biology

Tiago Maretti Gonçalves¹, Danielle Luciana Aurora Soares do Amaral², Patrícia Elaine de Almeida³

Resumo: Aulas expositivas passivas prejudicam a atenção e motivação dos alunos, não permitindo que sejam o foco da aprendizagem. Para contornar isso, propôs-se aplicar uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) sobre a fermentação alcoólica das leveduras no segundo ano do ensino médio na disciplina de biologia. O tema é considerado complexo devido a conceitos novos e processos metabólicos envolvendo biologia e química. A SEI foi dividida em cinco etapas (apresentação do tema, problematização, observação de experimento, atividade prática com discussão de dados e conclusão). Houve aumento significativo na atenção e motivação dos alunos, permitindo interação com o professor. A implementação da SEI, mostrou-se útil e prazerosa, melhorando a aprendizagem e promovendo a experimentação científica em sala de aula.

Palavras-chave: Fermentação alcoólica. Leveduras. Sequência Didática Investigativa.

Abstract: Passive lectures harm students' attention and motivation, preventing them from being the focus of learning. To overcome this, it was proposed to apply an Investigation Teaching Sequence (SEI) on the alcoholic fermentation of yeasts in the second year of high school in the biology discipline. The topic is considered complex due to new concepts and metabolic processes involving Biology and Chemistry. The SEI was divided into five stages (presentation of the topic, questions, experiment observation, practical activity with data discussion and conclusion). There was a significant increase in students' attention and motivation, allowing interaction with the teacher. The implementation of SEI proved to be useful and enjoyable, improving learning and promoting scientific experimentation in the classroom.

Keywords: Experimentation. Yeasts. Investigative Didactic Sequence.

1. Introdução

A biologia celular, ou citologia, é definida como a área da biologia que estuda os aspectos morfofuncionais da menor unidade da vida, as células (Brant, *et al.*, 2020). No entanto, é encarada por muitos alunos como complexa, citada por 22% dos alunos de uma escola de ensino médio como o conteúdo no qual tinham mais dificuldade, principalmente devido a nomenclatura complexa e descontextualização do conteúdo (Fialho, 2013).

Somado a isso, aulas pautadas somente no modelo expositivo e uso em demasia do livro didático podem desmotivar os alunos dificultando o processo de aprendizado (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2018; Krasilchik, 2019). Assim, com objetivo de facilitar e motivar a aprendizagem, o professor pode buscar metodologias alternativas

1 Discente do Curso de Especialização em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). E-mail: tiagobio1@hotmail.com.

2 Tutora do Curso de Especialização em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). E-mail: dlasamaral.dani@gmail.com.

3 Docente do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). E-mail: patricia.almeida@ufjf.br.

de ensino, potencializando a assimilação pelos alunos do conteúdo das aulas teóricas (Gonçalves, 2021). Uma possibilidade de metodologia ativa, é o uso de aulas baseadas em uma sequência de ensino investigativa estruturada (De Carvalho, 2013).

Uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI), possui uma estrutura articulada, que pode ser composta por atividades que geralmente se iniciam com uma problematização acerca do tema que deverá ser contextualizado. Após a resposta do problema, os alunos podem sistematizar o conhecimento adquirido por meio da leitura e discussão de um texto relacionado ao tema proposto. Já a terceira atividade é a inserção do conhecimento no cotidiano do aluno efetuado por meio de uma atividade experimental. A parte final é a avaliação que pode ser feita por meio de um questionário abordando os pontos fundamentais desenvolvidos (De Carvalho, 2013).

A problematização na SEI é essencial, sendo apresentada como uma questão ou problema a ser resolvido pelos alunos. Azevedo (2004) destaca que o aluno deve refletir em busca de possíveis explicações, com o professor atuando como mediador e guia do ensino. Atividades experimentais na SEI, conforme Miranda, Ledo e Peixoto (2013), favorecem o aprendizado ao envolver os alunos em experimentos e observação de fenômenos, incentivando carreiras científicas. Para que essas atividades sejam investigativas, devem seguir premissas como refletir, discutir, explicar e relatar, características da investigação científica (Azevedo, 2004; Murata e Oliveira, 2017; Aronica e Robinson, 2019; Souza, Vilaça e Teixeira, 2021; Cunha *et al.*, 2022)

Em uma esfera maior, a nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017), destaca que a investigação é uma tarefa de grande importância e deve estar presente no cotidiano escolar no ensino de ciências e biologia.

De forma complementar à BNCC, o PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio) (Brasil, 2016), enfatiza que além da investigação, também é de suma importância o aluno comunicar, representar, compreender e contextualizar socialmente ou historicamente os conhecimentos adquiridos. Na investigação e sua compreensão, o PCNEM (Brasil, 2016, p. 39) ressalta que é relevante o aluno: “reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos”.

No entanto, ainda é rara a presença da abordagem experimental no ensino de Ciências e biologia na escola. Esse entrave, é discutido por Marandino, Selles e Ferreira (2009), e está relacionado com a insegurança de alguns professores em ministrar esse tipo de aula relatando problemas de ordem estrutural, ausência de tempo e falta de controle em relação ao número de alunos. Neste sentido, o presente trabalho contempla o tópico de Bioenergética com a temática de fermentação alcoólica das leveduras. Esses organismos microscópicos são da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, classificados como fungos unicelulares que realizam, além da respiração celular aeróbia, um outro mecanismo energético na ausência de gás oxigênio (anaeróbio) conhecido como fermentação alcoólica. Neste mecanismo, a levedura obtém energia (duas moléculas de ATP), liberando gás carbônico e etanol por meio de açúcares simples como por exemplo a glicose, além da frutose e sacarose.

Assim, o objetivo deste trabalho foi facilitar a aprendizagem dos alunos da 2ª série do ensino médio, na disciplina de biologia, no que tange ao tópico de fermentação alcoólica das leveduras utilizando uma SEI. Esta propõe que os alunos elaborem hipóteses e possíveis respostas, no que tange à explicação desse importante fenômeno que ocorre nas células das leveduras e está presente no cotidiano de todos, principalmente na produção de pães e bebidas. O trabalho propiciou a compreensão mais efetiva do fenômeno da fermentação alcoólica e de possíveis fatores interferentes neste processo, como a alteração da temperatura, do meio e do pH. Além disso, estimulou o interesse dos alunos de forma ativa pela ciência, investigação e experimentação, em acordo com a resolução de hipóteses científicas em consonância com a nova BNCC do Ensino Médio

2. Metodologia

A SEI foi aplicada em uma turma do 2º ano do ensino médio de uma instituição pública situada no município de Sorriso, no estado do Mato Grosso, com uso do laboratório de biologia. O trabalho foi realizado com 41 alunos, divididos em duas turmas distintas. Em uma turma, participaram 22 alunos, sendo 17 do sexo masculino e 5 feminino e na outra turma, foram 19 alunos sendo 11 do sexo masculino e 8 feminino.

A duração da SEI foi de quatro aulas de 50 minutos cada uma. O presente trabalho apresentou uma natureza qualitativa e teve seus dados analisados sobre uma ótica descritiva, tendo como base a problematização e discussões realizadas pelo professor responsável pela disciplina durante o processo de aplicação da SEI implementada. A SEI

foi baseada no modelo proposto por de Carvalho (2013), Gonçalves (2022) e de Souza e Kassisse (2023), com modificações. O trabalho foi estruturado em quatro momentos: 1) Apresentação do tema com questionamentos generalistas; 2) Problematização do tema por meio da observação de um experimento; 3) Atividade experimental – “Mão na massa” com discussão e problematização dos dados obtidos e 4) Conclusão (Figura 1).

Figura 1- Etapas da SEI proposta.



Fonte: Autor (2023) baseado em Carvalho (2013); Gonçalves (2022) de Souza e Kassisse (2023), com modificações.

Na etapa 1, a aula foi iniciada com a apresentação do tema aos alunos, com uma aula expositiva bem como um diálogo para percepção inicial do conhecimento dos mesmos com perguntas referentes ao tema proposto como: O que é fermentação alcoólica? Quais organismos realizam este processo? Qual a importância desse fenômeno? As respostas a essas questões foram anotadas pelo professor, consolidando as informações para comparar com antes e depois da aplicação da SEI

Na etapa 2, foi feito um experimento, com a problematização, sob mediação do professor no qual os alunos observaram o “experimento da bolinha”, que consistiu em dois copos com água, um morno e outro frio, contendo uma massa de farinha de trigo com açúcar e fermento biológico seco instantâneo. Após a observação, foi lançada a pergunta: “PORQUE EM UM COPO COM ÁGUA, A MASSA DE PÃO AFUNDA E NO OUTRO NÃO?”. Em grupos, os alunos tinham como tarefa investigar e responder essa questão, formulando suas hipóteses. As respostas foram anotadas pelo professor como registro do resultado em uma roda de conversa.

Na etapa 3, “mão na massa”, os alunos foram divididos em grupos de três a quatro integrantes para executarem o experimento de fermentação. Foram utilizados materiais simples e de baixo custo como fermento biológico seco instantâneo, água, açúcar, adoçante Stévia e ácido acético (vinagre de cozinha). No final dessa etapa da SEI, os discentes relataram os resultados dos seus experimentos e o professor registrou os mesmos fazendo uma síntese do exposto.

Na etapa 4 ocorreu a conclusão da SEI, onde houve um apanhado geral dos resultados obtidos, além da discussão de questões norteadoras, como a definição da fermentação, bem como a sua equação química geral, as demais questões, encontram-se no (Anexo I). Ao final da atividade, também ocorreu a resolução de dúvidas dos alunos.

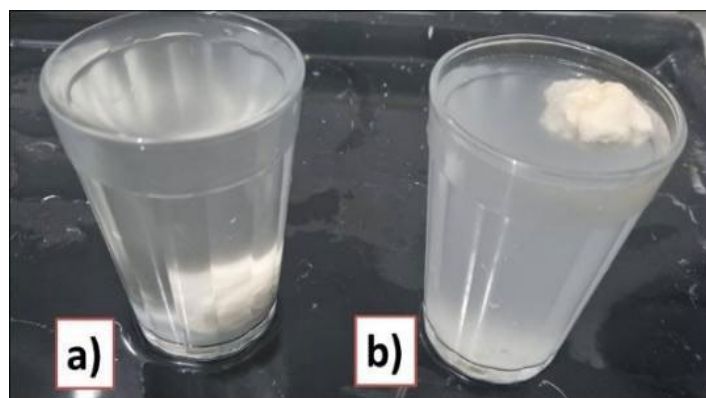
3. Resultados e Discussões

Na primeira etapa da SEI implementada, com questões generalistas de “Qual organismo era responsável por realizar a fermentação? Muitos alunos responderam que era como a “BACTÉRIA” fazia para sobreviver, que era um mecanismo de “sobrevivência” do microrganismo. Ao serem indagados sobre quais seres vivos realizavam fermentação, a maioria dos alunos responderam serem as bactérias, no entanto, poucos alunos disseram os fungos. A dificuldade de

diferenciar fungos e bactérias é comum e está atrelada ao fato de microrganismos serem um tema abstrato (Carvalho, 2023) e a limitação do ensino sem estrutura adequada de microscopia (Barberán *et al.*, 2016). Outro fator relevante e apontado por Albuquerque *et al.* (2012), ao destacarem que a maioria dos alunos reduzem os microrganismos, como fungos e bactérias, a somente aqueles que transmitem doenças como bactérias patogênicas e bolores, esquecendo que muitos microrganismos participam de diversos processos biológicos importantes para a vida. Nesse contexto, Barbosa e Oliveira (2015), ressaltam que a escola deve mostrar que microrganismos não são somente os causadores de doenças e que muitos desses seres são vitais para processos biológicos, exemplificando o caso da fermentação alcoólica realizada pelas leveduras. Na pergunta generalista final, sobre a importância deste fenômeno alguns alunos responderam que é um processo importante, estando presente na fabricação da cerveja, do vinho e do pão, constatação plausível uma vez que os organismos fermentadores são responsáveis pela fabricação desses produtos que são consumidos no cotidiano.

No experimento de observação, pertencente à etapa 2 da SEI, denominado de “Experimento da bolinha” (Figura 2), os alunos puderam visualizar dois copos, contendo a mesma quantidade de água.

Figura 2 - Experimento de observação da bolinha. a) copo com água fria, farinha de trigo e fermento biológico. b) copo com água morna, farinha de trigo e fermento biológico.



Fonte: o autor (2023)

O experimento foi feito em dois copos contendo uma “bolinha” de farinha de trigo, açúcar cristal e fermento biológico, sendo um copo preenchido com água a temperatura ambiente (Figura 2a) e outro com água morna (Figura 2b). Como resultado dessa prática observacional, o experimento poderia ser facilmente explicado pelo mecanismo da fermentação alcoólica das leveduras presentes na massa. O fato da massa no copo contendo água fria não ter flutuado foi consequência da inexistência ou fermentação insuficiente, devido ao fator temperatura, já que as leveduras estavam em água fria. Já no copo contendo água morna, a massa do pão flutuou, pois, a temperatura foi um fator coadjuvante para potencializar o mecanismo da fermentação alcoólica das leveduras presentes na massa. Neste sentido, as leveduras realizam a fermentação, liberando gás carbônico no meio, tornando a massa mais leve e permitindo que a mesma flutue na superfície do copo.

Como resultado observado dessa etapa, ao explicarem o fenômeno, a maioria dos alunos não mencionaram sobre o próprio mecanismo da fermentação, assunto em destaque na aula de biologia. Ao contrário do exposto, eles explicaram que no copo aquecido, a “bolinha” flutua na superfície do mesmo devido a densidade da massa quando em contato com calor fazendo-a flutuar. Também foi mencionado por alguns alunos que o seu peso e volume poderia estar facilitando este processo. Esse fato é interessante e não pode ser desconsiderado pois os alunos forneceram suas hipóteses sobre o fenômeno observado, fazendo um resgate com outras disciplinas como é o caso da física e da química, mais especificamente sobre propriedades coligativas da matéria e seu estado físico. Por fim, poucos alunos mencionaram que a bolinha de massa flutuou quando aquecida devido ao mecanismo da fermentação alcoólica. Quando forneceram a hipótese sobre a fermentação, alguns alunos erroneamente disseram que ali existiam “bactérias” responsáveis por esse fenômeno, causando a sua flutuação no copo.

Na terceira etapa da SEI, os alunos vivenciaram um experimento prático sobre a fermentação alcoólica em diferentes meios (Figura 3).

Figura 3 - Etapa de experimentação, “mão na massa”. Bécker 1: Controle (água + fermento); Bécker 2: Água fria + fermento + açúcar; Bécker 3: Água morna + açúcar + fermento; Bécker 4: Água fria + Stevia + fermento e Bécker 5: Vinagre + açúcar + fermento.



Fonte: o autor (2023).

O tratamento 1, denominado controle, foi constituído de água fria e fermento biológico. Nesse tratamento, o objetivo foi a compreensão do aluno sobre o controle experimental que nada mais é do que aquele que não sofreu nenhuma intervenção, permitindo aos alunos comparar os resultados obtidos, diminuindo-se o erro experimental. Esse tipo de tratamento é muito importante nas atividades de pesquisa em um laboratório de rotina, dando validade aos resultados obtidos para o cientista ou pesquisador. Além disso, essa noção traz ao aluno a importância de dar credibilidade aos experimentos científicos, fazendo da Ciência uma importante ferramenta de desenvolvimento para sociedade (Goergen, 1998).

No tratamento 2 (Figura 3), contendo água fria, fermento e açúcar, os alunos observaram pouca fermentação. Isso ocorreu, devido a água estar fria, sendo a temperatura um fator determinante no processo. Assim, foi produzido pouco gás carbônico (pouca espuma no *Becker*) e pouco aroma azedo característico desse produto (pouco etanol). Já o tratamento contendo água morna, fermento e açúcar (*Becker* 3) produziu grande quantidade de espuma. Isso aconteceu, pois, a água morna com o seu calor, potencializou a respiração anaeróbia da fermentação das leveduras, metabolizando o açúcar em gás carbônico (espuma no *Becker*) e etanol (produto de característica olfativa azeda) percebida pelos alunos no laboratório.

No tratamento 4 (Figura 3), contendo água, fermento biológico e Stevia, os alunos foram capazes de perceber que nada ocorreu. Isso pode ser explicado pela incapacidade da levedura em metabolizar o açúcar Stevia. Esse tratamento teve como principal objetivo evidenciar aos discentes que o açúcar preferencialmente metabolizado pelas leveduras (fungos) é a sacarose, assim como observado nos tratamentos 2 e 3.

Por fim, no tratamento 5 (Figura 3) que foi adicionado vinagre de cozinha (ácido acético), nada ocorreu devido ao fato da desnaturação proteica e morte das leveduras pela oscilação de pH pela adição do vinagre. Nesse tratamento, os alunos tiveram como objetivo compreender que o fator pH é determinante nos sistemas biológicos, afetando as reações químicas, desnaturando as enzimas, tornando a reação incapaz de ocorrer.

Uma constatação interessante desta parte da SEI, foi que a maioria dos alunos se preocuparam mais em tentar explicar o experimento fazendo alusão a fenômenos físicos e químicos, colocando mais uma vez o fenômeno da fermentação biológica e as leveduras de maneira secundária. Muitos alunos explicaram que no *Becker* 2, por conter água fria, a sua temperatura iria “matar” os microrganismos ali presentes, outros conseguiram explicar que este processo iria acontecer de maneira mais lenta, justamente pela água estar em temperatura fria. Já no tratamento 3, muitos alunos conseguiram explicar satisfatoriamente, relatando que o calor ativou o fermento, fazendo o microrganismo “trabalhar”. Neste ponto da SEI, alguns alunos mais uma vez tinham a interpretação errônea de que o organismo que realizava a fermentação eram bactérias e não fungos. No tratamento contendo Stevia, alguns alunos relataram que esse açúcar não era consumido pelas leveduras, já a maioria dos discentes explicaram que este açúcar “mataria” os microrganismos, causando então a inativação do fermento. Esse fato também foi explicado por eles no último

tratamento. Alguns alunos foram capazes de explicar que no último tratamento, a adição do vinagre de cozinha como sendo um ácido, alterou o fator pH, causando a desnaturação proteica e inativação da fermentação pelas leveduras.

Na etapa final da SEI, foi discutido com os alunos um apanhado geral de todos os resultados dos experimentos vivenciados, e a discussão de uma lista de questões (Anexo I) onde foram sanadas possíveis dúvidas. Uma constatação interessante foi que quando foram perguntados sobre qual era a equação global da fermentação alcoólica nas leveduras, muitos alunos esqueceram de mencionar que havia a produção de moléculas de ATP, sendo, portanto, um processo exotérmico. Os alunos se preocuparam em relatar a produção de gás carbônico e etanol, esquecendo a molécula de energia.

Outro resultado interessante foi sobre a questão energética da fermentação em comparação com a respiração celular aeróbica. Muitos alunos apenas explicavam que a fermentação produz menos ATP, e a respiração celular possui um ganho maior, por estarem na presença de oxigênio. Alguns alunos até mencionaram sobre a cadeia transportadora de elétrons, porém não conseguiram explicar com êxito o questionamento (questões 3 e 4 do Anexo I). Essa defasagem de percepção pode ser atrelada a dificuldade no entendimento de conhecimentos anteriores ensinados aos alunos relacionados a parte de Bioquímica (Energética). Segundo Duré, Andrade e Abílio (2018), a Bioquímica no ensino médio na disciplina de biologia é um dos mais rejeitados pelos alunos, uma vez que é complexa e abstrata fazendo ligação com reações químicas, os autores ainda constataram que os alunos sentem grande dificuldade de contextualizá-la com seu cotidiano.

Quando questionados sobre o que acharam da aula, foi unânime a resposta dos alunos: todos tiveram uma boa recepção da SEI. De forma geral, podemos ressaltar que a SEI implementada permitiu aos alunos a proposta de uma metodologia alternativa e inovadora de ensino, sendo produtiva e eficaz, facilitando-se o processo norteador de ensino e aprendizagem

Nesse sentido, foi observado nas turmas uma grande receptividade e interesse pela aula apresentada, o que permitiu incrementar o nível de atenção dos alunos, permitindo aos discentes vivenciarem um experimento científico. Nesta ótica, na literatura, Oliveira e Oliveira (2021) ressaltam que metodologias de ensino alternativas, tornam o ensino de tópicos teóricos mais atrativos, aumentando a interação e discussão em sala de aula.

Outra constatação relevante foi a presença da interdisciplinaridade, quando os alunos, ao explicarem o processo de fermentação, resgataram conceitos de física e química. Neste sentido, a interdisciplinaridade é vista como a capacidade do aluno em integrar duas ou mais áreas do conhecimento, sendo um dos conceitos educacionais mais importantes na atualidade (Garcia, 2102). Essa capacidade, permite ao aluno compreender significativamente o que está sendo estudado, estimulando o pensamento crítico além de preparar os cidadãos para o enfrentamento de questões atuais (Mousinho, 2018; Portábilis, 2023).

Por fim, quando questionados se na biologia, o uso da investigação nas aulas experimentais impacta positivamente a aprendizagem, os alunos em sua maioria afirmaram que sim, uma vez que o uso de práticas experimentais permitem visualizar melhor o que está sendo estudado, facilitando sua aprendizagem, colocando na prática o que é visto no cotidiano. Além de que o uso de aulas práticas permite transpor de maneira real o que é vivenciado na teoria.

4. Conclusões

A SEI implementada impactou positivamente o contexto escolar na disciplina de biologia, tornando o tópico sobre a fermentação alcoólica mais dinâmico e de fácil compreensão. Além disso, o uso da experimentação como metodologia ativa, permitiu a investigação, a experimentação e o protagonismo dos estudantes aumentando significativamente o interesse dos alunos pelo tema abordado.

Como perspectivas futuras, o docente poderá ministrar novas sequências didáticas, utilizando metodologias ativas abordando outros temas da biologia, como na genética e na bioquímica, por exemplo. O que possibilita tornar o ensino mais ativo, criativo, dinâmico e a aprendizagem mais significativa.

Referências

- ALBUQUERQUE, G. G.; BRAGA, R. P. da S.; GOMES, V. Conhecimento dos alunos sobre microrganismos e seu uso no cotidiano. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, 2(1), 58-68, 2012. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/1913/0>
Acesso em: 17 de nov. 2023.
- ARONICA, L.; ROBINSON, K. **Escolas Criativas: a revolução que está transformando a educação**. Porto Alegre: Penso, 2019
- AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: DE CARVALHO, A. M. P.; DE AZEVEDO, M. C. P. S.; DO NASCIMENTO, V. B.; DE MORAIS CAPPECHI, C. M.; VANNUCCHI, A. I.; DE CASTRO, R. S.; PIETROCOLA, M.; VIANNA, D. M.; ARAÚJO, R. S. *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo: Cengage Learning, 2004. p. 19-33.
- BARBERÁN, A. et al. Microbes should be central to ecological education and outreach. **Journal of Microbiology & Biology Education**, 17(1), 23-28, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4798807/pdf/jmbe-17-23.pdf>
Acesso em: 17 de nov. 2023.
- BARBOSA, F. G.; OLIVEIRA, N. C. De; Estratégias para o Ensino de Microbiologia: uma Experiência com Alunos do Ensino Fundamental em uma Escola de Anápolis-GO. **UNOPAR Científica, Ciências Humanas e Educação**, 16(1), 5-13, 2015. Disponível em: <https://revistaensinoeducacao.pgskroton.com.br/article/view/326>
Acesso em: 17 de nov. 2023.
- BNCC – **BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR**, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf Acesso em: 3 de abr. 2023.
- BRANT, F. P.; SIERAU, L. D.; PETINARI, L.; LEONHARDT, L. M.; PETINARI, R. B. **Biologia celular voltada para o ensino da medicina**. Diamantina: UFVJM, 2020. 181 p. Disponível em: <http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/2231> Acesso em: 11 jun. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2016. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso em: 3 de abr. 2023.
- CARVALHAL, M. L. C. **Projeto Microbiologia para Todos**. 2023. Disponível em: <http://microbiologia.icb.usp.br/cultura-e-extensao/microbiologia-para-todos>
Acesso em: 17 de nov. 2023.
- CARVALHO, J. S. O discurso pedagógico das diretrizes curriculares nacionais: competência crítica e interdisciplinaridade. **Cadernos de Pesquisa**, p. 155-165, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/GFc8FrFhfjKKtmJjBBzrkCR/?format=pdf&lang=pt>
Acesso em: 21 de nov. 2023.
- CUNHA, M. B.; OMACHI, N. A.; RITTER, O. M. S., NASCIMENTO, J. E.; MARQUES, G. Q.; LIMA, F. O. Metodologias ativas: Em busca de caracterização e definição. **Preprint from SciELO Preprints**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.3885> Acesso em 23 de jun. 2024.
- DE CARVALHO, A. M. P. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: DE CARVALHO, A. M. P.; DE OLIVEIRA, C. M. A.; SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SEDANO, L.; SILVA,

M. B.; DE MORAIS CAPECCHI, M. C. V.; DOS SANTOS ABIB, M. L. V.; BRICCIA V. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências fundamentos em métodos**. São Paulo: Cortez Editora, 2018.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. 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, 2018. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID471/v13_n1_a2018.pdf
Acesso em: 21 de nov. 2023.

DE SOUZA, J. N.; KASSISSE, D. M. G. **Fermentação**. Vídeo do Youtube. Disponível em: <https://moocs.ggte.unicamp.br/course/biologiainvestigativa/lesson/fermentacao#/1>
Acesso em: 4 de abr. 2023.

FIALHO, W. C. G. As dificuldades de aprendizagem encontradas por alunos no ensino de biologia. **Praxis**, v.1, nº1, p. 53-70, 2013.

GARCIA, J. O futuro das práticas de interdisciplinaridade na escola. **Revista Diálogo Educacional**, 12(35), 211-232, 2012. Disponível em http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981416X2012000100011&lng=pt&nrm=iso Acesso em: 21 nov. 2023.

GOERGEN, P. Ciência, sociedade e universidade. **Educação & Sociedade**, v. 19, p. 53-79, 1998. Disponível em <https://www.scielo.br/j/es/a/mnKFZpVw6hrfb3Jpd3kvR3H/?lang=pt>
Acesso em: 11 jun. 2024.

GONÇALVES, T. M. 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 T CD8+. **Brazilian Journal of Development**, 7(1): 4.854-4.860, 2021. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/23099/18554> Acesso: 3 de abr. 2023.

GONÇALVES, T. M. Identifying and observing the alcoholic fermentation of yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*): a simple and low-cost experiment in the discipline of Biology. **Research, Society and Development**, 11(3): e51511317854, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i3.17854. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17854/23497> Acesso em: 3 de abr. 2023.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. Edusp, São Paulo, 199p, 2019.

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

MIRANDA, V. B. S.; LEDA, L.R; PEIXOTO, G. F. A importância da atividade de prática no ensino de biologia. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, 3(2): 85-101, 2013. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/2010/1117> Acesso em: 3 de abr. 2023.

MOUSINHO, S. H. A interdisciplinaridade no alcance de todos. **Revista Educação Pública**. 2018. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/18/12/a-interdisciplinaridade-ao-alcance-de-todos> Acesso em: 21 de nov. 2023.

MURATA, N. G.; OLIVEIRA, A. L. **Identificação e Análise de Atividades Investigativas em Livros Didáticos de Biologia**. In XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0935-1.pdf> Acesso em: 3 de abr. 2023.

OLIVEIRA, F. K. C.; OLIVEIRA, G. C. S. A sequência didática “Adolescência e Puberdade”: relato de experiência em aula remota. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 12, n. 6, p. 1–18, 2021. DOI: 10.26843/rencima.v12n6a12. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/3206> Acesso em: 22 nov. 2023.

PECHLYIE, M. M. **Sobre sequências didáticas**. In: PECHLYIE, M. M. Ensino de ciências e Biologia: a construção de conhecimento a partir de sequencias didáticas. São Paulo: Editora Baraúna, 2018.

PORTABILIS (2023). **Interdisciplinaridade: por que adotar essa metodologia?** Disponível em: <https://blog.portabilis.com.br/o-que-e-interdisciplinaridade-e-por-que-adotar-essa-metodologia/> Acesso em: 22 nov. 2023.

SOUZA, A. L. A.; VILAÇA, A. L. A.; TEIXEIRA, H. B. A metodologia ativa e seus benefícios no processo de ensino aprendizagem. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v.7.n.1, Jan. 2021.

SOUZA, J. N.; KASSISSE, D. M. G. **05 profbio topico 1 fermentacao – MOOC GTE, UNICAMP**. 2023. Disponível em: <https://moocs.ggte.unicamp.br/course/biologiainvestigativa/lesson/fermentacao> Acesso em: 13 de abril de 2023.

ANEXO 1: QUESTÕES NORTEADORAS DISCUTIDAS NA CONCLUSÃO DA SEI

- 1) A fermentação alcoólica, é um processo de obtenção de energia em vários organismos (bactérias e fungos - leveduras). Defina em linhas gerais esse processo.
- 2) Escreva a reação global da fermentação alcoólica das leveduras, indicando na reação o substrato e os produtos(s).
- 3) Quando comparada a fermentação alcoólica, a respiração celular é o mecanismo de obtenção de energia preferível pelos seres vivos. Discuta do ponto de vista energético essa afirmação.
- 4) Quantas moléculas de ATP (energia) são formadas geralmente no processo da fermentação alcoólica?
- 5) Ao sentirmos o odor da massa do pão quando em descanso antes de levá-la ao forno, percebemos um aroma azedo característico. Explique o que estaria acontecendo e qual seria essa substância peculiar produzida?
- 6) Ao fabricarmos o pão, porque é imprescindível a presença de um açúcar (carboidrato)?
- 7) Ainda na fabricação do pão caseiro, ao deixarmos a massa descansando antes de levá-la ao forno, porque a mesma praticamente dobra de tamanho? Explique sua resposta baseada na ótica da fermentação alcoólica
- 8) Ao fabricar o pão, João super aqueceu o fermento, ultrapassando a temperatura de 70 graus. Ao receber esse fermento biológico, o que você imagina que irá acontecer com o pão depois de pronto? Justifique sua resposta.
- 9) Na fabricação do pão, o que significa o glúten, e porque ele é importante para o processo fermentativo da massa?
- 10) O que você achou da aula experimental da Fermentação? Você acha importante o uso dessa metodologia em sala de aula? Explique.
- 11) Dê uma nota de 0 a 10 para as aulas (teóricas e práticas) ministradas pelo professor. Justifique sua resposta.
- 12) Você acredita que na Biologia, o uso da investigação nas aulas experimentais impacta positivamente a aprendizagem? Por quê