



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

INSTITUTO DE BIOLOGIA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E
BIOTECNOLOGIA**

Alexandre Paoliello Lemos

**PRODUÇÃO DE FERMENTADOS PARA O
DESENVOLVIMENTO DE NOVAS ESTRATÉGIAS
EM APRENDIZAGEM ATIVA E DIVULGAÇÃO DE
CIÊNCIAS E BIOTECNOLOGIA**

Tese de Doutorado submetida à Universidade Federal
Fluminense como requisito parcial para obtenção do grau
de Doutor em Ciências e Biotecnologia

Orientadores: Professora Dra. Gerlinde Agate Platais Brasil Teixeira

Professor Dr. Mauricio Afonso Vericimo



Niterói

2023

ALEXANDRE PAOLIELLO LEMOS

**PRODUÇÃO DE FERMENTADOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVAS
ESTRATÉGIAS EM APRENDIZAGEM ATIVA E DIVULGAÇÃO DE CIÊNCIAS E
BIOTECNOLOGIA.**

Trabalho desenvolvido no Espaço UFF de Ciências do Departamento de Imunobiologia do Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Biotecnologia Da Universidade Federal Fluminense. Apoio Financeiro CAPES e UFF-FOPESQ

Tese de Doutorado submetida à
Universidade Federal Fluminense como
requisito parcial para obtenção do grau
de Doutor em Ciências e Biotecnologia

Orientadores: Professora Dra. Gerlinde Agate Platais Brasil Teixeira
Professor Dr. Mauricio Afonso Vericimo

Niterói

2023

Ficha catalográfica automática - SDC/BCV
Gerada com informações fornecidas pelo autor

L555p Lemos, Alexandre Paoliello
PRODUÇÃO DE FERMENTADOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVAS
ESTRATÉGIAS EM APRENDIZAGEM ATIVA E DIVULGAÇÃO DE CIÊNCIAS E
BIOTECNOLOGIA / Alexandre Paoliello Lemos. - 2023.
173 f.: il.

Orientador: Mauricio Afonso Vericimo.
Coorientador: Gerlinde Agate Platais Brasil Teixeira.
Tese (doutorado)-Universidade Federal Fluminense, Instituto
de Biologia, Niterói, 2023.

1. Aprendizagem ativa. 2. Biotecnologia. 3. Fermentação.
4. Interdisciplinaridade. 5. Produção intelectual. I.
Vericimo, Mauricio Afonso, orientador. II. Teixeira, Gerlinde
Agate Platais Brasil, coorientadora. III. Universidade Federal
Fluminense. Instituto de Biologia. IV. Título.

CDD - XXX

ALEXANDRE PAOLIELLO LEMOS

PRODUÇÃO DE FERMENTADOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVAS
ESTRATÉGIAS EM APRENDIZAGEM ATIVA E DIVULGAÇÃO DE CIÊNCIAS E
BIOTECNOLOGIA.

Tese de Doutorado submetida à
Universidade Federal Fluminense como
requisito parcial para obtenção do grau
de Doutor em Ciências e Biotecnologia

Banca examinadora

Sorele Batista Fiaux

Dep. de Tecnologia Farmacêutica Fac Farmácia - UFF/

Mauro Luiz da Hora Faria

Secretaria de Estado de Educação - Seeduc/RJ.

Isabelle Mazza Guimarães

Posdoctor do PPBI e CEO da Flower Nanotechnology
incubada na Agir-Proppi-UFF

Ana Paula de Castro Rodrigues

Departamento de Biologia Marinha IB - UFRJ,

Luiz Antonio Botelho Andrade

Departamento de imunobiologia IB UFF

Membros Suplentes

Gutemberg Alves

Dep. de Biologia Celular e Molecular IB UFF

Janilda Pacheco da Costa

Secr. de Est. de Educação – Seeduc/RJ.

Dedico este trabalho aos meus pais e aos meus professores de biologia.

À minha mãe, que faleceu nos anos finais deste projeto, economista, sempre foi uma pessoa íntegra, curiosa e animada, justa e correta, inteligente, em busca de soluções para tudo, interessada em saúde e sociedade, sabia e gostava de cozinhar, agradar e cuidar.

Ao meu pai, engenheiro, que sempre demonstrou uma cultura geral e um raciocínio lógico, o gosto pela leitura, inteligência e preocupação com os estudos, me fazendo, desde criança, começar a querer saber o porquê das coisas, a gostar de livros e de ciências. Aos bons professores de biologia, que tive como exemplos de pessoas e profissionais, que conseguiram gerar em mim interesse e motivação pelas ciências da natureza e me levaram a escolher a biologia como formação.

Ambos (meus pais e meus professores) influenciaram fortemente minha personalidade e meu caráter, para me tornar um professor curioso de visão holística (e cozinheiro amador) e a querer ajudar e influenciar as pessoas a conhecerem, entenderem e aprenderem mais sobre o mundo e a realidade em que vivemos, provocando, explicando, divulgando, multiplicando e buscando conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

A todos que me apoiaram e acreditaram no meu projeto.

Agradeço à Gerlinde Agate Platais Brasil Teixeira, por ter aceitado me orientar quando a procurei com minha proposta de tese, pelas aulas, pelo acompanhamento das atividades, por toda ajuda e ensinamentos que proporcionou, contribuindo para minha evolução e amadurecimento ao longo da execução da tese e, é claro, pela paciência ao longo do projeto.

Ao professor Mauricio Afonso Vericimo, pela colaboração na finalização deste trabalho, pela ajuda e por ter aceitado assumir minha orientação quando precisei.

À Ana Maria da Costa Sena, por estar sempre ao meu lado, acreditar em mim e ser a pessoa incrível que é, fazendo de mim uma pessoa melhor, acompanhando e me apoiando em tudo, dando forças, amor e os suportes que foram fundamentais para seguir em frente e finalizar mais essa etapa.

À Juliana Mendes, pelas revisões, contribuições e ajuda com as produções, e aos meus colegas do grupo de pesquisa por todas as participações no desenvolvimento dos trabalhos.

À Janilda Pacheco pela revisão cuidadosa de tese e pelas contribuições na finalização da escrita desse trabalho.

Aos participantes das atividades que possibilitaram o levantamento de dados para geração de resultados e execução da tese, aprimoramento das metodologias e dos produtos deste projeto.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências e Biotecnologia por ter aceitado meu trabalho para que pudesse ser realizado, aos professores do programa e pela linha de pesquisa em Ensino, onde meu projeto se enquadrou.

Agradeço ao Instituto de Biologia pela estrutura e a CAPES pelo apoio financeiro.

Aos membros da Banca que aceitaram participar da minha defesa de tese e contribuir para melhorá-la, fazendo parte deste trabalho.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	Fermentação.....	23
2.1.1	A fermentação em substrato sólido	23
2.1.2	A fermentação submersa.....	24
2.1.3	História e importância para humanidade	24
2.1.4	Fermentação, um assunto transdisciplinar	30
2.1.5	Aspectos biofísico-químicos.....	33
2.1.6	Fermentação - línguas, linguagens e viagens.	38
2.1.7	Fermentação e as tecnologias	40
2.2	Aprendizagem.....	42
2.2.1	Teorias contemporâneas da aprendizagem	44
2.2.2	Métodos de aprendizagem ativa	45
2.2.3	Aprendizagem Baseado em Problemas (PBL - Problem Based Learning)	59
2.2.4	Aprendizagem Baseado em Times (TBL - Team Based Learning)	62
2.3	A transposição didático-pedagógica	64
2.4	Ciências, Tecnologias, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM -Science, technology, Engineering, Arts and Mathematics)	66
2.5	Justificativa	69
3	OBJETIVOS	74
3.1	Objetivo Geral.....	74
3.2	Objetivos específicos	74
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	75
4.1	Público-alvo.	75

4.2	Cálculo da amostra.	75
4.3	Levantamento das concepções de licenciandos em Ciências Biológicas e doutorandos da área de Ensino quanto ao uso de estratégias didáticas que utilizam métodos ativos e interdisciplinares.....	75
4.4	Levantamento das concepções de licenciandos em Ciências Biológicas quanto à interdisciplinaridade envolvida na produção de fermentados.	76
4.5	Desenvolvimento de kit didático de baixo custo para produção de fermentados..	76
4.6	Criação de um minicurso interdisciplinar com estratégias ativas de ensino que abordam os conhecimentos necessários à produção de fermentados.	76
4.7	Questionários.	77
4.7.1	Conhecendo vocês - Graduandos em Biologia	77
4.7.2	Questionário Prévio	79
4.7.3	Questionário Pós Atividade	80
4.7.4	Garantia de preparo da estratégia TBL (questionário desenvolvido para a turma de instrumentação para o ensino de biologia).....	81
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
5.1	Perfil dos participantes.....	84
5.1.1	Qual o grau de familiaridade que você tem com os métodos de aprendizagem ativa?	84
5.1.2	Experiência com aprendizagem ativa ao longo da escolaridade.....	86
5.1.3	Conhecimento específico sobre estratégias de aprendizagem ativa	88
5.2	Questionário para formação inicial e continuada	104
5.3	O TBL.....	106
5.4	Oficinas cujo princípio envolve a fermentação	110
5.4.1	Oficina do levain	110
5.4.2	Oficina de pão:.....	114

5.4.3	Oficina dos fungos	116
5.4.4	Oficina de cerveja	117
5.4.5	Oficina de fermentação - fermento químico vs biológico	120
5.4.6	Oficina do chucrute.....	122
5.4.7	Pickles de pepino de fermentação natural:	125
5.4.8	Pickles de cebola roxa estabilizado em vinagre:	126
5.5	Oficinas indiretamente relacionadas à fermentação	127
5.5.1	Oficina do antibiótico.....	127
5.5.2	Oficina dos sentidos e análise sensorial	128
5.6	Experimentotecas.....	132
5.7	Minicursos	141
5.7.1	Curso de extensão.....	141
5.7.2	Projeto comunitário	148
5.7.3	Capacitação de Feirantes de Feira Livre	151
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	155
7	CONCLUSÕES	161
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	162

Lista de Ilustrações

Quadros

Quadro 1 – Exemplos de fermentados por regiões do planeta	39
Quadro 2 - Exemplos de controle em diferentes ambientes de produção de fermentados	41
Quadro 3 - Tipos de aprendizagem	45
Quadro 4 - Sugestão de estratégias de métodos de aprendizagem ativa durante aulas tipo palestras realizadas por docentes	47
Quadro 5 - Sugestão de estratégias de métodos de aprendizagem ativa para levantamento de concepções prévias.....	48
Quadro 6 - Sugestão de estratégias de métodos de aprendizagem ativa usando mídias sociais	50
Quadro 7 - Sugestão de estratégias de métodos de aprendizagem ativa usando clickers (Perguntas e respostas em tempo síncrono)	51
Quadro 8 - Sugestão de estratégias de métodos de aprendizagem ativa usando momentos de Quebra-gelo de início ou meio de disciplina/matéria.....	53
Quadro 9 - Sugestão de estratégias de métodos de aprendizagem ativa usando Jogos (muito úteis para revisão do conteúdo).....	55
Quadro 10 - Sugestão de estratégias de métodos de aprendizagem ativa usando necessariamente atividades em grupo	56
Quadro 11 - Os 7 passos do PBL.....	60
Quadro 12 - Correlação das atividades sugeridas para elaboração de atividades STEAM e com a proposição do TBL.....	69
Quadro 13 - Conteúdos apontados pelos estudantes como necessários a realização das tarefas relacionadas às oficinas de fermentação	109
Quadro 14 - Perguntas deflagradoras e respectivos conteúdos a serem abordados durante a oficina de pães.	115

Quadro 15 - Perguntas deflagradoras e respectivos conteúdo a serem abordados durante a oficina de cerveja.....	119
Quadro 16 – Desenho experimental para demonstração dos fatores que interferem nas condições de ativação da fermentação do fermento biológico.....	121
Quadro 17 - Padrão de distribuição de papilas gustativas.....	129
Quadro 18 – Síntese das atividades do minicurso proposto.....	142

Figuras

Figura 1 – Conteúdos derivados dos estudos da fermentação e sua alocação em disciplinas principal e correlatas	31
Figura 2 – Mapa conceitual simplificado da fermentação como tema transversal	33
Figura 3 - Infográfico para a apresentação da nomenclatura de polímeros de sacarídeos	35
Figura 4 - Mapa mental de possíveis desdobramentos de conteúdos de biologia, física e química partindo de um coloide como Leite.....	37
Figura 5 - Círculo vicioso (amarelo e vermelho) e virtuoso (azul escuro e claro) do aprendizado.....	44
Figura 6 - Exemplos da metodologia Round Robin	52
Figura 7 - Infográfico demonstrando as possibilidades interdisciplinares para a pergunta relacionada a necessidades nutricionais e peso ideal.....	58
Figura 8 - Ciclo de aprendizagem baseado na experimentação.....	59
Figura 9 - Sequência de atividades propostas para o TBL	63
Figura 10 - Infográfico representativo do TPACK	69
Figura 11 - Distribuição da autopercepção do grau de conhecimento sobre Métodos ativos de conhecimento entre o universo de participantes da nossa amostra.....	85
Figura 12 - Distribuição da autopercepção do grau de conhecimento sobre Métodos ativos de conhecimento entre as categorias de participantes	86

Figura 13 - Frequência de atividades ativas ao longo da escolarização dos participantes estratificado pela autodeclaração de conhecimento de estratégias ativas de aprendizagem	87
Figura 14 – Grau de conhecimento sobre o PBL, IBL em TBL.....	89
Figura 15 - Grau de conhecimento sobre os bilhetes de entrada e saída e minuto de silêncio	91
Figura 16 - Grau de conhecimento sobre métodos ativos de aprendizado como: Discussão em Aquário e Bola de Neve, Contação de Histórias e revisão por pares.....	94
Figura 17 – Grau de conhecimento sobre métodos ativos de aprendizado como: Sala de aula invertida; Clickers; Gincanas; jogos de tabuleiro e Juri simulado	98
Figura 18 - Mapa mental apresentando a possibilidade da fermentação como tema transversal ou interdisciplinar	99
Figura 19 - Mapa conceitual apresentando a possibilidade da fermentação como tema transversal ou interdisciplinar	100
Figura 20 - Mapa mental adaptado para mapa conceitual apresentando a possibilidade da fermentação como tema transversal ou interdisciplinar	100
Figura 21 - Mapa mental apresentando as relações associadas aos tipos de pesquisa ...	101
Figura 22 - Mapa conceitual apresentando uma possível classificação da pesquisa científica	102
Figura 23 - Nuvem de palavras geradas a partir da lista de termos contida na tabela 2 resultados do brainstorming sobre aprendizagem ativa.	103
Figura 24 - Grau de conhecimento sobre métodos ativos de aprendizado como: Mapa conceitual Nuvens de palavras e Portfólio reflexivo	104
Figura 25 - Respostas dadas para a fase de avaliação individual sobre o TBL propriamente dito.....	107
Figura 26 - Respostas dadas para a fase de avaliação individual sobre fermentação e fermentados	108
Figura 27 – Registro de diversas etapas e levas da produção do Levain.	113

Figura 28 - Registro da produção do pão rústico com a utilização do Levain produzido de forma caseira	116
Figura 29 – Registro dos insumos contido no Kit para preparo de cerveja atezanal	118
Figura 30 - Registro de parte do processo de produção de cerveja artesanal.....	119
Figura 31 - Desenho representando o experimento da vela em um ambiente rico em gás carbônico.	120
Figura 32 – Registro da feitura de chucrute de repolho branco e repolho roxo	125
Figura 33 – Registro do feitio de pickles de pepino	126
Figura 34 – Registro do feitio de pickles de cebola roxa	127
Figura 35 – Oficina de contagem de papilas gustativas	130
Figura 36 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-10 fermentados hidromel	133
Figura 37 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-11 fermentados Vinagre	134
Figura 38 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-12 fermentados pickles.....	135
Figura 39 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-13 fermentados iogurte	136
Figura 40 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-14 fermentados levain	137
Figura 41 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-15 fermentados chucrute.....	138
Figura 42 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-16 fermentados Sidra.....	139
Figura 43 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-17 fermentados Kombucha.....	140

Tabelas

Tabela 1 - Distribuição da frequência de estratégias de aprendizagem ativa durante a graduação em ciências Biológicas (licenciatura e Bacharelado) dos graduandos estratificado pela autodeclaração de conhecimento de estratégias ativas de aprendizagem	88
Tabela 2 Lista de palavras geradas durante uma atividade de brainstorming sobre aprendizagem ativa	103

LISTA DE ABREVIATURAS, siglas e símbolos

COCTS	Cuestionario de Opiniones Sobre Ciencia Tecnologia e Sociedad
CTSA	Ciência Tecnologia Saúde e Ambiente
IBL	Investigative Based Learning
IEB	Instrumentação para o Ensino de Biologia - Disciplina obrigatória da licenciatura
PBL	Problem Based Learning
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PISA	Programme for International Student Assessment
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
STEM	Science, Technology, Engineering, and Mathematics
TBL	Team Based Learning
TPACK	Technological Pedagogical Content Knowledge
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

RESUMO

INTRODUÇÃO: Aproveitando o momento de um alto interesse em produzir e degustar produtos artesanais, muitos deles, fermentados (pães, fermentos naturais (levain), iogurtes, queijos, picles, cervejas, vinhos, kombucha etc.), o presente trabalho desenvolveu, testou e analisou a eficácia da estratégia de aprendizagem ativa e interdisciplinar denominada *Team Based Learning* ou TBL. **OBJETIVO:** Avaliar a utilização das tecnologias e o conhecimento milenar da produção de alimentos fermentados para o desenvolvimento, análise, e avaliação de estratégias ativas de aprendizagem e divulgação de Ciências e Biotecnologia. **MÉTODOS:** 1) levantamento das concepções de licenciandos quanto ao uso de estratégias didáticas que utilizam métodos de aprendizagem ativa e interdisciplinares, 2) levantamento dos conceitos e das interfaces com as disciplinas onde são abordadas a fermentação e a classificação dos microrganismos. 3) criação e desenvolvimento de um minicurso, interdisciplinar, com a aplicação de estratégias de aprendizagem ativa, cuja ementa aborda os fundamentos e os conhecimentos necessários à produção de fermentados. A proposta de minicurso é composta por seis oficinas: a) Fermentação (alcoólica, láctea e acética), b) taxonomia (ingredientes, história e evolução de pães, cervejas e outros produtos fermentados), c) Microbiologia (contaminação, técnicas e aspectos de laboratório), d) Biologia Molecular (estruturas, criação de modelos, reações), e) Físico-Química (fatores que influenciam o produto final, coloides, estabilidade/soluções), f) Análise de discurso e potencial do marketing (análise e elaboração de rótulos, mercado, economia/viabilidade, cultura). **RESULTADOS:** O levantamento das concepções prévias dos participantes demonstrou que apresentavam baixos níveis de conhecimento quanto aos métodos de aprendizagem ativa independente do grupo: licenciandos ou bacharelandos em Ciências Biológicas ou professores participantes de um programa de Doutorado na área de ensino. A realização do minicurso teve que ser adaptada do presencial para o remoto por conta da pandemia do COVID-19, o que demonstrou a viabilidade de adaptações para o ensino remoto quando necessário. A cada um dos três ciclos de trabalho, o minicurso foi reavaliado e otimizado. A realização das oficinas resultou em modificações e adaptações das práticas trabalhadas utilizando a estratégia do TBL e foram levantadas situações que pudessem solucionar problemas parecidos com os enfrentados no mercado de trabalho. Pautadas nas etapas do processo de fabricação de produtos fermentados, foram abordados aspectos de ciências e biotecnologia nos ciclos do minicurso e aplicadas na estrutura da estratégia do TBL onde equipes, trabalham na resolução de problemas baseado os conhecimentos aprendidos. Foram abordados e trabalhados temas que abrangem diversas habilidades e competências necessárias aos egressos de licenciaturas em Ciências Naturais (Biologia, Química e Física). **CONCLUSÕES:** A avaliação do desempenho e do progresso de compreensão sobre os métodos ativos e interdisciplinaridade avaliados através de devolutivas dos participantes demonstrou a pouca vivência que licenciandos da UFF tem com métodos de aprendizagem ativa mesmo entre aqueles que participam de programas de estágios nas escolas como o PIBID e atividades extensionistas.

Palavras-Chave: Aprendizagem Ativa; Ciências; Biotecnologia; Fermentação.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Taking advantage of the moment of high interest in producing and tasting artisanal products, many of them fermented (breads, natural yeasts (levain), yogurts, cheeses, pickles, beers, wines, kombucha, etc.), the present work developed, tested, and analyzed the effectiveness of the active and interdisciplinary learning strategy called Team Based Learning or TBL. **OBJECTIVE:** Evaluate the use of ancient knowledge and technologies associated with the production of fermented foods for the development, analysis, and evaluation of active learning and dissemination strategies for Science and Biotechnology. **METHODS:** 1) survey of undergraduate students' conceptions regarding the use of teaching strategies that use active and interdisciplinary learning methods, 2) survey of concepts and interfaces with the disciplines where fermentation and classification of microorganisms are addressed. 3) creation and development of an interdisciplinary mini course, with the application of active learning strategies, whose syllabus addresses the fundamental knowledge necessary to produce fermented foods. The mini course proposal consists of six workshops: a) Fermentation (alcoholic, dairy and acetic), b) taxonomy (ingredients, history and evolution of breads, beers and other fermented products), c) Microbiology (contamination, techniques and aspects of laboratory), d) Molecular Biology (structures, creation of models, reactions), e) Physical Chemistry (factors that influence the final product, colloids, stability/solutions), f) Discourse analysis and marketing potential (analysis and elaboration labels, market, economy/viability, culture). **RESULTS:** The survey of the participants' preconceptions demonstrated that they had low levels of knowledge regarding active learning methods regardless of the group: undergraduates teaching training or bachelor's students in Biological Sciences or basic schoolteachers taking a PhD program in the teaching area. The planned mini course had to be adapted from in-person to remote due to the COVID-19 pandemic, which demonstrated the feasibility of adapting to remote teaching when necessary. During each of the three semesters, the course was reevaluated and optimized. As a result, modifications and adaptations of the methods were included and then applied in the next TBL session. As a result, situations raised that could solve problems like those faced in the job market. Based on the stages of the manufacturing process of fermented products, aspects of science and biotechnology were covered in the mini-course cycles and applied to the structure of the TBL strategy where teams work to solve problems based on the knowledge learned. Topics covering various skills and competencies necessary for graduates of bachelor or teaching degrees in Natural Sciences (Biology, Chemistry and Physics) were addressed and worked on. **CONCLUSIONS:** The evaluation of the performance and progress in understanding active methods and interdisciplinarity evaluated through feedback from the participants demonstrated the little experience that UFF undergraduates have with active learning methods, even among those who participate in internship programs in schools such as the PIBID and extension activities.

Keywords: Active Learning; Sciences; Biotechnology; Fermentation

1 INTRODUÇÃO

“We’ve arranged a global civilization in which most crucial elements—transportation, communications, and all other industries; agriculture, medicine, education, entertainment, protecting the environment; and even the key democratic institution of voting—profoundly depend on science and technology. We have also arranged things so that almost no one understands science and technology. This is a prescription for disaster. We might get away with it for a while, but sooner or later this combustible mixture of ignorance and power is going to blow up in our faces.”

SAGAN (1996)

("Organizamos uma civilização global na qual a maioria dos elementos cruciais - transporte, comunicações e todas as outras indústrias; agricultura, medicina, educação, entretenimento, proteção do meio ambiente; e até mesmo a instituição democrática fundamental do voto - depende profundamente da ciência e da tecnologia. Também organizamos as coisas de forma que quase ninguém entenda a ciência e a tecnologia. Isso é uma receita para o desastre. Podemos escapar disso por um tempo, mas, mais cedo ou mais tarde, essa mistura explosiva de ignorância e poder explodirá em nossos rostos.")

A escolha de utilizar a produção de fermentados para o ensino de ciências e divulgação de biotecnologia, se baseou no fato de que a produção de alimentos, em geral, suscita interesse e motivação (Martins, Veiga-Santos et al. 2014), tornando-se, assim, um potencial agente facilitador do processo de aprendizagem. A fermentação envolve saberes e habilidades associadas a diversas áreas do conhecimento, dessa forma, ter um fator motivador que leva a conhecer seus múltiplos aspectos pode ter como consequência um aumento no rendimento escolar e na autonomia dos alunos. Igualmente se espera contribuir com o desenvolvimento da capacidade de relacionar teoria e prática e sua aplicabilidade no mercado de trabalho.

Embora a abordagem interdisciplinar dos conteúdos escolares já esteja prevista nos Parâmetros Curriculares do Ensino Básico há mais de duas décadas (BRASIL, 2000), ainda se observa no cenário da 3ª década do século XXI um conhecimento escolar muito fragmentado e superficial. É necessário a implementação, de fato, da interdisciplinaridade capaz de relacionar os conhecimentos de diferentes áreas e suas aplicabilidades, de forma

significativa e fundamentada (BATISTA e SALVI, 2006). Como informado na apresentação dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 2000).

Partindo de princípios definidos na LDB, o Ministério da Educação, em um trabalho conjunto com educadores de todo o País, chegou a um novo perfil para o currículo, apoiado em competências básicas para a inserção de nossos jovens na vida adulta. Tínhamos um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Ao contrário disso, buscamos dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização; evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender. (BRASIL, 2000).

É crescente a constatação de que, em uma sociedade cada vez mais complexa, apresentar informações de forma fragmentada, e cobrar dos estudantes conteúdos apenas memorizados (como tende a ocorrer no ensino formal) não é o suficiente para que a escola forme indivíduos efetivamente incluídos e integrados. É fundamental que a escola leve ao desenvolvimento de capacidades mais amplas e profundas permitindo que os indivíduos se tornem comprometidos com seu entorno (BERBEL, 2011; YOU, 2016). Nesse contexto, as metodologias de aprendizagem ativa são ferramentas úteis ao desenvolvimento de tais competências. Assim, falaremos de três grandes tópicos, o primeiro relacionado à aprendizagem, o segundo relacionado à fermentação, uma produção tecnológica milenar que envolve múltiplos conhecimentos, e o terceiro relacionado à interface dos dois anteriores.

Embora debatido desde a década de 1960, o descompasso entre o sistema escolar e os avanços tecnológicos e de conhecimento se mantem, tanto na academia quanto na sociedade (HETO, ODARI e SUNU, 2020). Podemos afirmar que, mesmo tendo passadas muitas décadas, o cenário continua semelhante ou pior. Na conferência internacional em Williamsburg, EUA, foram apresentados os alicerces da crescente "crise educacional mundial" (COOMBS e AHMED, 1974). Entre os debates, alguns dos pontos discutidos foram: currículos inadequados, descompasso entre o crescimento educacional e o crescimento econômico e que as diplomações não eram garantias diretas de empregos (FORDHAM, 1997).

A educação escolarizada e a não escolarizada de um indivíduo se dão em diferentes espaços, com distintas intervenções metodológicas e distintos objetivos. Em língua inglesa

o sistema educacional é classificado em educação formal e educação não formal. Já nos trabalhos em línguas lusófonas, a educação é dividida em três categorias: formal, não-formal e informal. Assim, esta classificação não é consensual. Uma das definições muito utilizadas têm origem no documento da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), de 1972, *Learning to be: the Faure report* (aprendendo a ser: o relatório Faure), que firmou metas quanto a: “educação ao longo da vida” (*lifelong education*) e “sociedade de aprendizagem” (*learning society*) (ELFERT, 2015). Apresentaremos uma síntese destas definições a partir do trabalho de Combs e Ahmed (1974), assim podemos dizer que:

- Educação formal: consiste em um "sistema educacional" hierarquicamente estruturado e cronologicamente graduado, que vai da pré-escola à pós-graduação e inclui, além dos estudos acadêmicos gerais, uma variedade de programas especializados e instituições para treinamento técnico e profissional. A educação formal confere titulação e geralmente está organizada em instituições específicas para tal fim.
- Educação não formal: qualquer atividade educacional organizada fora do sistema formal estabelecido. Seja operando separadamente como em museus, parques, centros culturais etc. ou como uma atividade que se destina a servir clientelas de aprendizagem específicas, cujos objetivos de aprendizagem sejam identificáveis.
- Educação informal: consiste em um processo vitalício pelo qual cada indivíduo adquire atitudes, valores, habilidades e conhecimentos a partir da experiência diária e das influências e recursos educativos em seu ambiente - da família e dos vizinhos, do trabalho e do lazer, do mercado, da biblioteca e dos meios de comunicação em massa.

Nossa proposta está voltada principalmente para a educação formal, no contexto escolar interdisciplinar com a utilização de estratégias de aprendizado ativo. Como afirmado no início do nosso texto, escolhemos o tema fermentação pela diversidade de aspectos e sua importância na construção da humanidade. Embora não apontado como um dos temas transversais nos parâmetros curriculares do ensino básico (BRASIL, 2000), este, com certeza, é um tema que pode ser abordado transversalmente. Argumentamos que qualquer assunto pode ser abordado de forma transversal, desde que pensado com

uma equipe transdisciplinar. É assim na vida real. Os conhecimentos não estão em caixinhas separadas e sim inter-relacionadas, sem fronteiras definidas.

Para darmos ênfase aos aspectos que julgamos importantes, usaremos a analogia do quebra cabeça. Apresentaremos uma análise, descrevendo inicialmente as “peças” de forma separada, para poder detalhar melhor os pontos e, no final do trabalho, apresentaremos a síntese com a perspectiva da imagem global. Assim, falaremos da fermentação, da aprendizagem ativa, e, brevemente, das interações das Ciências, Tecnologias, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM -*Science, technology, Engeneering, Arts and Mathematics*) com as demais áreas do conhecimento, com a perspectiva de nos aprofundar no conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (Technological Pedagogical Content Knowledge-TPACK) em um segundo momento.

Antes de apresentar a fermentação precisamos apresentar o conceito com o qual trabalharemos a biotecnologia, uma vez que a fermentação está contida na área de estudos da Biotecnologia. Usaremos a definição mais simples e antiga. Até onde temos conhecimento, o engenheiro húngaro Karl Ereky foi o primeiro a usar o termo biotecnologia em 1919. A definição dada para esta palavra foi “*a produção de produtos a partir de matérias-primas com a ajuda de organismos vivos*” (FÁRI e KRALOVÁNSZKY, 2006). Embora diversas definições possam ser encontradas optamos por esta pela simplicidade uma vez que nossas atividades estão voltadas para o ensino básico e trabalharemos com uma biotecnologia milenar.

Apesar de o termo biotecnologia ter sido cunhado a pouco mais de um século, como citado acima, os registros do fazer biotecnológico intencional, pelos seres humanos, datam da Mesopotâmia. Desde esta época os povos já se preocupavam com melhoramento genético, selecionando grãos e aprimorando técnicas de produção de alimentos como pães, bebidas, queijos, leites, vinhos e vinagres, realizando métodos de fermentação, mesmo sem o conhecimento da existência do DNA e dos microrganismos (SAGRILLO et al., 2015). Tudo que envolver práticas de fermentação é, por definição, uma ação biotecnológica.

Devido a atual popularidade da Biotecnologia, os temas relacionados a esta área de conhecimento devem ser levados para a sala de aula e abordados conforme proposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), aliando o conteúdo às questões sociais, pois

muitos assuntos da biotecnologia afetam, ou ainda irão afetar, direta ou indiretamente, nossas vidas e a maioria da população não está preparada para compreender seus impactos. Grande parte dessa preparação deve ser efetivada na escola e a maneira pela qual os docentes irão apresentar as questões biotecnológicas fará toda a diferença considerando que os livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático apresentam um conteúdo fraco em relação às questões biotecnológicas (CARDOZO JR et al., 2023; DA SILVA, C. E. A. e SILVA, 2023).

Assim nossa pergunta de pesquisa é:

Utilizar as tecnologias e o conhecimento milenar da produção de fermentados para o desenvolvimento, análise, e avaliação de novas estratégias no processo de aprendizagem ativa e divulgação de Ciências e Biotecnologia é eficiente para o aprendizado dos futuros professores de modo que apliquem estratégias que estimulem o aprendizado ativo em suas aulas com seus estudantes?

E nossa hipótese científica é:

A utilização da fermentação como exemplo da transdisciplinaridade é eficiente para estimular o futuro professor a utilizar métodos de aprendizagem ativa no cenário do Ensino Básico quer público quer particular, desde que o respectivo sistema escolar assim o permita agir.

Detalharemos melhor as questões da fermentação, aprendizagem ativa, a transposição didático-pedagógica ou ressignificação do conteúdo e as questões envolvidas nos conteúdos Ciências, Tecnologias Engenharias, Artes e Matemática (STEM/STEAM) na fundamentação teórica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Fermentação

Conceitualmente, a fermentação é um bioprocesso, ou processo metabólico, realizado com o uso de microrganismos que produzem alterações químicas em substratos orgânicos por meio da ação de enzimas, transformando-os e, portanto, produzindo outros compostos. (BORÉM, DOS SANTOS e DE ALMEIDA, 2003; SALVATORI, 2016) Estas reações de natureza bioquímica englobam inúmeras reações do metabolismo celular e criam ambientes físicos e químicos diversos, com produção de gases e ácidos orgânicos, alterando o pH e a pressão de seu ambiente. Do ponto de vista da bioquímica, é definido como a extração de energia dos carboidratos sem uso de oxigênio (VENTURINI FILHO, 2018).

A partir da fermentação são produzidos bens e serviços valiosos para uso direto pela espécie humana, por animais domésticos e para a indústria. Estes bioprocessos podem ser divididos em duas grandes categorias, a fermentação em substrato sólido e a fermentação submersa. Este último é mais comum na indústria e o primeiro, é a metodologia mais antiga descrita pelo homem (SAGRILLO et al., 2015). Em resumo: as reações de fermentação são feitas por fungos e bactérias que se utilizam de substâncias nutritivas, presentes nos meios de cultura, para o seu metabolismo. A fermentação, de forma mais ampla, utiliza células, cultivadas sob condições controladas de agitação, temperatura, pH e presença de nutrientes ideais (fontes de carbono e nitrogênio), para produção de moléculas de interesse econômico (ROCHA FILHO e VITOLO, 2017).

2.1.1 A fermentação em substrato sólido

A fermentação em substrato sólido é caracterizada por ocorrer em diversas matérias primas úmidas sem a adição de água exógena, pois é necessário que exista umidade para que os microrganismos possam processar os substratos. Um exemplo do uso dessa técnica é a fermentação do farelo de aveia pelo fungo *Aspergillus oryzae* para a produção de diversas enzimas, como por exemplo: xilanases, pectinases, proteases, celulasas e amilases. Estas enzimas também podem ser obtidas através da fermentação de

outros substratos agrícolas, tais como a soja, arroz, cana-de-açúcar, trigo e milho (SAGRILLO et al., 2015).

2.1.2 A fermentação submersa

A fermentação submersa é caracterizada pela inoculação dos microrganismos em meios líquidos nutritivos, como ocorre em biorreatores para a produção de, por exemplo, penicilina, bebidas fermentadas, algumas enzimas e etanol. De modo a facilitar sua ação metabólica, é importante o controle das características do ambiente de fermentação, tais como temperatura, agitação, oxigenação e pH. A fermentação submersa pode ser feita de forma: contínua, em lote alimentado ou simples (SAGRILLO et al., 2015).

Bebidas fermentadas pelo processo de malteação de grãos estão associadas ao início da civilização humana, por volta de 8 mil anos atrás. Os sumérios e os assírios desenvolveram a arte de fabricar cerveja e tempos mais tarde, a bebida chegou ao Egito de onde foi divulgada entre os povos orientais que a difundiram na bacia do Mediterrâneo e de lá, para o resto da Europa. (MEUSSDOERFFER, 2009)

2.1.3 História e importância para humanidade

Atualmente quando se relaciona história e fermentados, das primeiras coisas que vêm à cabeça são o pão, presente em praticamente todas as sociedades, e a cerveja egípcia. Mas é preciso lembrar que para isto precisamos dos microrganismos fermentadores que são nossos ancestrais. Antes da produção de oxigênio as leveduras e bactérias já estavam na Terra, realizando fermentação como forma de se obter energia. A partir dos metabólitos dos organismos unicelulares e alterações do meio ambiente a vida evoluiu iniciando sua complexificação e diversidade que conhecemos hoje (KATZ, 2017).

O álcool pode ser encontrado na natureza, sem a intervenção antrópica, em frutas muito maduras e/ou caídas que fermentam de forma espontânea. Além disso, antes do *Homo Sapiens* fazer a transição de caçador-coletor para agricultor, tribos indígenas já realizavam processos de fermentação produzindo bebidas nutritivas. Para muitas populações, estas foram fontes de alimentos essenciais que ocupavam, inclusive, lugar privilegiado em rituais religiosos e culturais bem como na construção social da coletividade. Os fermentados representam uma importante fonte nutritiva, tanto para as sociedades pré-históricas como para as diversas etnias atuais, com nutrientes dificilmente obtidos por

outros meios. Os resíduos de leveduras e as substâncias sintetizadas por elas durante o processo de fermentação, além de suprir deficiências calóricas através da produção abundante de pirodextrinas, são fontes ricas em proteínas, aminoácidos como a lisina e triptofano, este último, precursor da serotonina, fundamental para a plasticidade cerebral e desenvolvimento neural, além de vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina, biotina, niacina, ácido pantotênico) e ácido ascórbico. Tão importante quanto conter tais nutrientes, os processos fermentativos aumentam consideravelmente a biodisponibilidade destes elementos, otimizando e/ou possibilitando sua absorção. Para alguns povos, o consumo ou não de fermentados foi determinante para que prosperassem, definhassem ou fossem suplantados por outros mais fortes em saúde e recursos. Tais nutrientes foram importantes divisores para que doenças derivadas de carência energética e avitaminoses como anemias, beribéri e pelagra pudessem ser erradicadas em populações indígenas (SCHWAN et al., 2016).

Diferente do que estamos acostumados a ouvir, e como é ensinado na maioria das vezes, a cerveja e o vinho não surgiram por acidente em colheitas após a revolução agrícola (FORSYTH, 2018). Existem teorias que afirmam que o homem se fixou à terra para que pudesse aumentar a produção de insumos e produzir mais alimentos fermentados. Nesta teoria, a fixação ocorre por necessidade de ter mais matéria prima, que só existiam em campos onde os frutos e cereais floresciam de forma natural. O crescimento da população demandou produzir maiores quantidades de alimentos como pães e cerveja, que os nutria. Estes fermentados eram considerados importantes itens de sua dieta. O fato que corrobora para a teoria alternativa é que povos tribais já produziam bebidas fermentadas semelhantes a vinhos e cervejas há mais de 30 mil anos (SCHWAN et al., 2016) e já faziam pães de cereais muito antes de cultivar o solo (KATZ, 2018).

Embora a fermentação seja um processo realizado pela humanidade que antecede a revolução agrícola (SCHWAN et al., 2016) ela ainda é utilizada pelas sociedades modernas de agricultores. Muitos mantêm e perpetuam suas práticas, seja com técnicas milenares e/ou modernas para conservar excedentes de colheitas, agregar valor, tanto comercial quanto nutritivo, aos insumos agrícolas etc. (FORSYTH, 2018). A fermentação de insumos sazonais era uma forma de se preparar para períodos de escassez nas entre safras, e moldou muitos hábitos e costumes alimentares que temos hoje. Microrganismos

fermentadores são fundamentais em diversas situações, seja no campo, na cidade ou na indústria, tanto naquelas que muitos conhecem do seu cotidiano (iogurtes, queijos, pães etc.), como em situações conhecidas por pouco, como para o uso, manutenção, saúde e fertilidade do solo (KATZ, 2017).

Questões sociopolíticas econômicas também perpassam pelas questões da fermentação. Um exemplo foi a aprovação da lei da pureza alemã, *Reinheitsgebot*, em 1516, na Alemanha. Esta é considerada, hoje, a mais antiga lei sobre a manipulação de alimentos do mundo, demonstrando a transversalidade dos fermentados. A evidência de como este tema liga diversas esferas sociais está no fato desta lei ter sido criada para controlar a produção da cerveja e outras produções (VENTURINI FILHO, 2018) tendo cunho político, social e religioso. (DA LUZ, 2020).

Contextualizando, a *Reinheitsgebot* impôs a obrigatoriedade do uso exclusivo de lúpulo, cevada e água como ingredientes permitidos na receita de cervejas. Esta lei tem dois focos principais: o de enfraquecer a Igreja Católica e garantir o abastecimento de trigo para a fabricação de pão. Lembramos que o Protestantismo teve início na Alemanha, contra a Igreja Católica. Esta taxava e se enriquecia através do recebimento de impostos do *gruite*, uma mistura de ervas e frutas adicionadas à cerveja para equilibrar seu sabor, entre outras funções. Por outro lado, a proibição do uso de trigo, sendo permitido apenas o uso de cevada, foi uma manobra que resolveu a crescente falta desse insumo para a produção de pão, pois a cerveja de trigo era cada vez mais apreciada e consumia esse cereal (VENTURINI FILHO, 2018).

O desenvolvimento da microbiologia teve grandes influências das cervejarias. Muitas pesquisas foram encomendadas por cervejarias para o controle de contaminações, entendimento dos processos e controle de padrões de qualidade. Foi observado que com o aumento da temperatura na primavera/verão ocorria um aumento de contaminações alterando a qualidade dos produtos fermentados como a cerveja. Nestas pesquisas foi revelado que as temperaturas da primavera favoreciam o aumento de microrganismos presentes no ar. Como consequência as cervejarias eram proibidas de produzir, durante o verão sendo fechadas em março. (PIMENTA et al., 2020).

Assim nasceu um grande grupo de estilos de cervejas de baixa fermentação cujo tempo de fermentação é longo, denominadas de Lager (o que significa guardada ou

armazenada em alemão). As cervejas eram produzidas no final do inverno e para serem mantidas em temperaturas mais baixas, seus lotes eram estocados em caves, para que fermentassem lentamente durante o período de fechamento (março a outubro). No início do outono as cervejarias retomavam suas produções e as vendas voltavam em outubro, o que faz parte, juntamente com um desfile, durante essa época, organizado como evento para um casamento da nobreza, que deflagrou a Oktoberfest, se tornando tradição local que, hoje, é celebrado em diversas regiões mundo afora (MORIGI e MASSONI, 2020).

Além da microbiologia, uma contribuição da fermentação para a ciência foi a definição do pH ou potencial de hidrogênio, que é uma medida do grau de acidez das coisas (ácido-base). Este conceito foi desenvolvido por um mestre cervejeiro, químico de formação. De 1901 a 1938 Søren Sørensen, foi chefe do prestigioso Laboratório Carlsberg, em Copenhague. Sørensen que pesquisava o efeito da concentração de íons nas proteínas, (aminoácidos e enzimas) percebeu que além dos sabores conferidos pelos insumos, a acidez da bebida era uma forte influência no paladar final e na sua estabilidade microbiológica. Esta percepção o estimulou a desenvolver, em 1909, uma forma de medir o nível de ácidos de seus produtos. (SGAMBATO et al., 2011)

Inúmeros costumes e hábitos foram criados e estabelecidos em torno da produção e consumo de fermentados em culturas europeias. Com relação a vinho e cerveja, técnicas de produção e estilos próprios de cada região como na Alemanha, França e Inglaterra foram criados e depois, como imperialistas, espalharam suas culturas pelo mundo. A disseminação de culturas e hábitos relacionados a vinho, cerveja e outros fermentados remonta desde os impérios romano, germânico e turco otomano, com as unificações da Europa realizadas por gregos e romanos, até aos dias atuais. Um reflexo disto é que ainda hoje se refere aos vinhos como sendo do velho e do novo mundo. Outra distinção é a discriminação entre o vinho e a cerveja, o vinho é tido como uma bebida mais requintada do que a cerveja. Esta concepção remonta ao período do império romano uma vez que a cerveja era tida como a bebida dos bárbaros. Fora as questões culturais, muitas tecnologias novas foram desenvolvidas a partir da fermentação. Em muitos casos, os produtos fermentados acompanharam e alavancaram tanto o desenvolvimento humano como o tecnológico. Alguns exemplos que podemos citar são: métodos, técnicas, processamentos e cultivos de insumos agrícolas, transferência de tecnologias industriais para usos práticos

cotidianos, a geração de combustíveis renováveis, produção de medicamentos e alimentos, entre tantos outros (SAGRILLO et al., 2015).

Como já dissemos, o álcool é encontrado na natureza, sem a intervenção antrópica, em frutas muito maduras que fermentam de forma espontânea, contudo, poucos animais evoluíram para metabolizar e tolerar tão bem esse produto como o ser humano. Associado a tolerância ao álcool está a produção de bebidas alcoólicas, um dos mais antigos costumes da humanidade, intimamente ligada à civilização e suas culturas. Por desconhecer a causa do torpor e os mecanismos de produção do álcool (através dos microrganismos), as bebidas com base na fermentação alcoólica estavam associadas ao misticismo, a deuses, as religiões e a espiritualidade. Existem evidências arqueológicas, com indícios de que a prática da produção de bebidas fermentadas (vinho e cerveja a base de frutas, cereais, mel e tubérculos) se iniciou há milhares de anos. Nesse contexto, não podemos deixar de citar o pão (importantíssimo alimento que permeia praticamente todas as culturas ao redor do mundo), que por muito tempo foi um produto praticamente indissociável da cerveja (ambos são fermentados de cereais que se iniciam como uma massa feita de grãos e suas origens se confundem na história). O hidromel (vinho de mel), uma bebida fermentada a base de mel e água, pode ter antecedido a origem do vinho, sendo muitas vezes considerada a bebida mais antiga que se tem registro. Na China, artefatos de cerâmica, produzidos há 9 mil anos, foram submetidos a análises químicas e revelaram compostos orgânicos, adsorvidos e preservados nas paredes dos jarros, como oriundos de uma bebida fermentada a base de arroz, frutas e mel. Datando aproximadamente da mesma época que os vinhos e cervejas analisados no Oriente Médio. Essas e outras bebidas, e produtos similares que vêm sendo feitos há milênios, evoluíram junto às sociedades e seus processos foram otimizados, bem como suas tecnologias de produção, uma vez que se tornaram importantes fontes geradoras de trabalho, capital e política. Além de cultivos e criações voltadas para o processamento da matéria prima produzida, a fermentação é um excelente meio de aproveitamento de excedentes de produção e/ou insumos que estejam fora de padrões de mercado, porém excelentes para serem processados, como diversas frutas, por exemplo, evitando perdas e desperdícios e agregando valor ao produto (VENTURINI FILHO, 2018).

Hoje estamos vivendo um momento de revivalismo cultural, retomando antigos hábitos e costumes, respondendo ao industrialismo e à histeria do mundo tecnológico acelerado, globalizado e de massificação de produtos e alimentos ultraprocessados. A retomada das produções artesanais e do consumo de alimentos fermentados vem em busca de uma melhora na saúde física e mental. O uso de alimentos com nutrientes prebióticos e probióticos entram na busca da saúde física, por serem mais naturais, sem conservantes, aromatizantes, corantes e estabilizantes tão utilizados nas produções industriais massificadas. A saúde mental é buscada a partir das experiências sensoriais vivenciadas com as produções manuais de alimentos, na tentativa de nos conectar com a vida e desacelerar ansiedades, além da conexão do cérebro, humor, com o equilíbrio de nossa microbiota e saúde geral. Assim, o caminho sociocultural e tecnológico dos fermentados ainda influenciam o cotidiano do ser humano, estando presente, das coisas mais simples às mais avançadas e sofisticadas que utilizamos no cotidiano, mesmo que nem sempre seja óbvio. Por exemplo: fármacos, café, chocolate, embutidos, carnes e muitos outros passam por processos fermentativos em algumas de suas etapas de produção (KATZ, 2017).

Estudos para aprimorar a produção e a qualidade de produtos fermentados são responsáveis por muitos avanços científicos nas mais diversas áreas como microbiologia, engenharia genética, biologia celular e molecular, genética, bioquímica etc. Citaremos apenas três exemplos da presença da fermentação, de muitos possíveis:

- O desenvolvimento e produção de antibióticos - foi fundamental para a humanidade, pois contribuiu muito para o aumento da expectativa de vida, e na produção e conservação de alimentos.
- Indústria em torno de combustíveis fósseis - desde a prospecção, passando pelo processamento para geração de seus subprodutos, até nas medidas de biorremediação consequente a desastres ambientais.
- Desenvolvimento de testes diagnósticos - Mais recentemente um teste para detectar a presença do SarsCov-2, responsável pela COVID19 foi desenvolvido baseado em um biossensor que consiste em uma levedura de cerveja, (*Saccharomyces cerevisiae*) geneticamente modificada (com a incorporação do gene da enzima conversora de angiotensina 2 - ACE2). Ocorre a mudança de cor se o receptor ACE2 humano, expresso na membrana da levedura, se ligar à glicoproteína spike presente na superfície externa do vírus. Esta inovação foi desenvolvida pela BIOinFOOD uma startup incubada na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) apoiada pelo Programa de Pesquisa Inovadora em

2.1.4 Fermentação, um assunto transdisciplinar

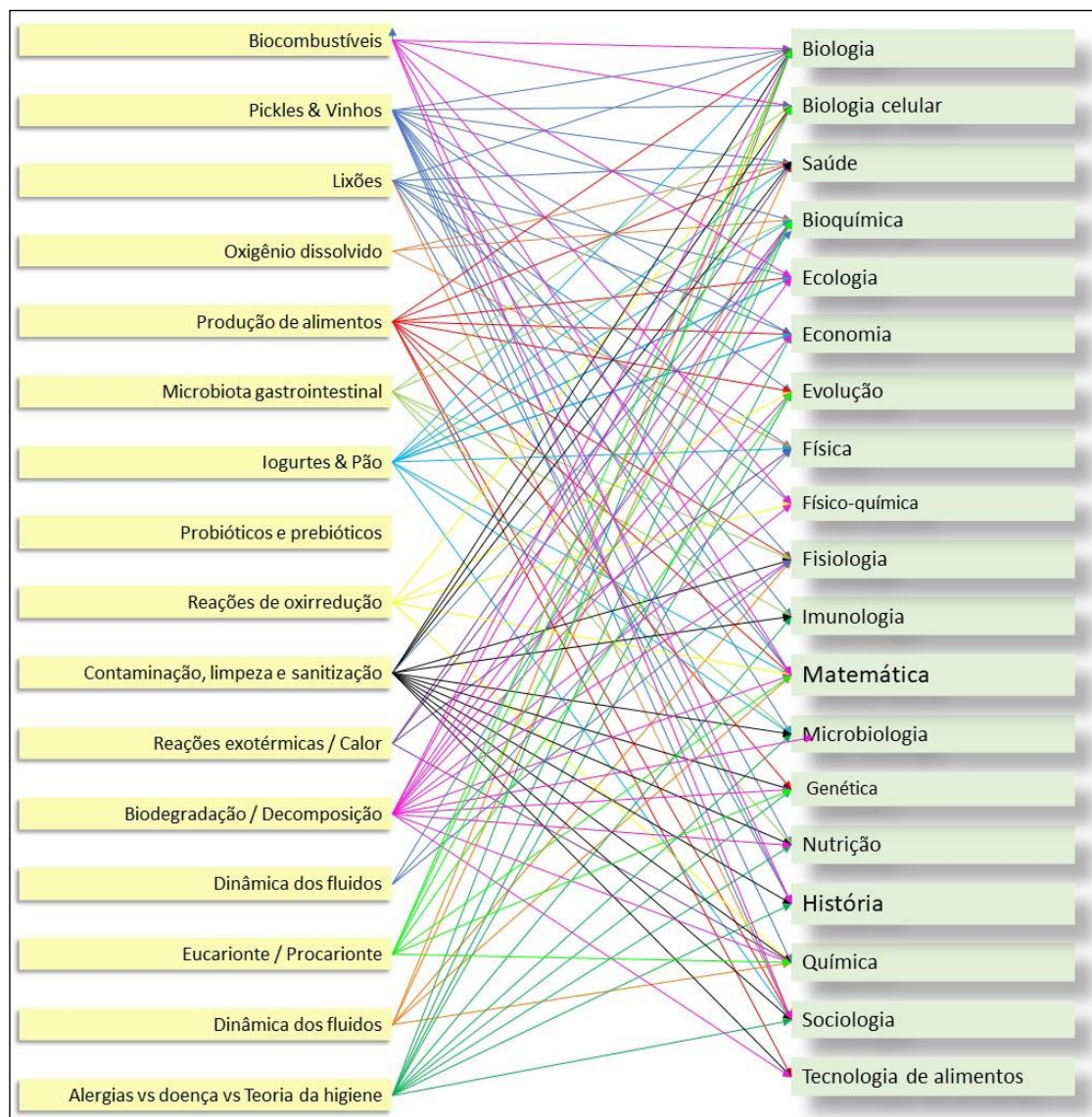
De um modo geral, é possível abordar temas referentes a eras passadas e a períodos geológicos distantes de forma transversal, perpassando por toda história da ciência e da humanidade até os dias atuais. Entre estes podemos incluir os processos fermentativos que ocorrem desde os primórdios do surgimento da vida na Terra e em diversas situações. Citando apenas alguns tópicos que apresentam relação direta com a fermentação temos: a evolução do planeta, ciclos biogeoquímicos, fisiologia animal, fisiologia vegetal, produção intencional de produtos industrializados e domésticos etc. Esses processos envolvem um universo de conteúdos intrínsecos que podem ser aproximados da realidade do estudante, auxiliando a aprendizagem para que esta se torne significativa. No entanto, este tema costuma ser trabalhado nas escolas se restringindo apenas ao entendimento de algumas equações (DA SILVA, I. B. G. e MARESTONI, 2020).

A fermentação está intimamente ligada a todas as áreas de conhecimento, inclusive a matemática que permeia de forma transversal todas as áreas do conhecimento, sejam as ciências da vida, humanas ou exatas. Relacionar a fermentação e suas práticas, para trabalhar conceitos das ciências, pode se tornar uma alternativa instigadora e eficaz uma vez que pode despertar uma maior motivação e interesse dos estudantes na busca do conhecimento, aproximando os tópicos trabalhados à realidade do aprendiz (MARTINS, VEIGA-SANTOS e CASTILHO, 2014). Nesse contexto, podem-se escolher, de acordo com o público-alvo e disciplina que o professor ministra, vários tipos, etapas ou processos da fermentação para que sejam aprendidas de forma significativa, tanto as ciências (biologia, física e química) como a sociologia, história, línguas, matemática entre outras. É claro que quanto mais específico o conteúdo a ser abordado (por exemplo, oxigênio dissolvido em soluções) menor o número de disciplinas ou temas que naturalmente abordariam o respectivo conteúdo. Por outro lado, temas abrangentes como “pão e iogurte” ou “biocombustíveis”, o número de disciplinas que naturalmente abordariam os conteúdos é muito maior.

Baseado em diversas fontes, e nossos próprios conhecimentos, construímos um infográfico (Figura 1) para exemplificarmos alguns tópicos relacionados à fermentação e às

disciplinas ou temas onde as questões da fermentação poderiam ser tratadas além do clássico. Como destaque, podemos usar a produção de chucrute (uma conserva ou pickles) para falar da relação área de superfície vs volume, difusão e osmose, desidratação anaeróbica, soluções, tamponamento, pressão etc. Apenas nestes exemplos falamos de matemática, química, física e biologia. Outro destaque que podemos fazer para abordar diferentes assuntos do currículo escolar se relaciona aos fermentados derivados do leite, das bebidas fermentadas entre outras. Neste tópico cabe ressaltar a diferença entre a fermentação e coagulação de bebidas lácteas gerando produtos semelhantes, mas não iguais.

Figura 1 – Conteúdos derivados dos estudos da fermentação e sua alocação em disciplinas principal e correlatas

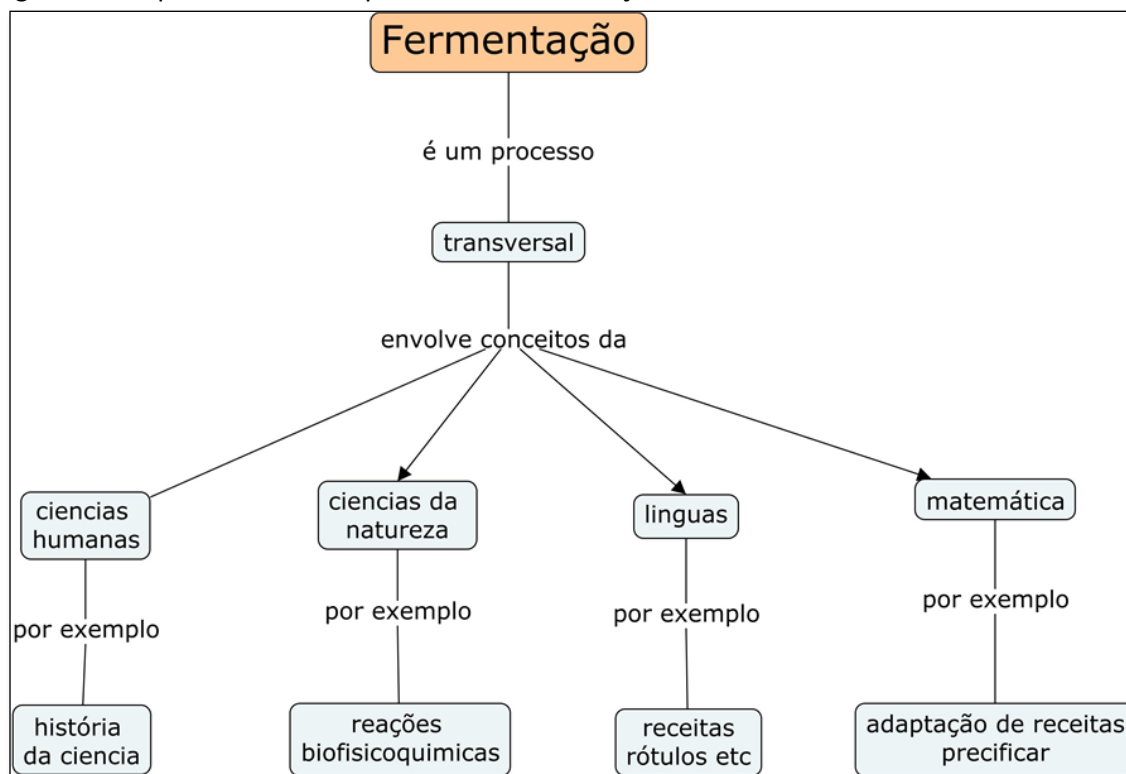


Fonte: Figura construída pelos autores baseado em diversas fontes e conhecimento próprio (2021)

A educação alimentar é outro importante assunto que pode ser trabalhado com produtos fermentados, tendo a vantagem de que o uso desta ferramenta possibilita a degustação do próprio objeto de estudo. Comidas e bebidas, além de estimularem o paladar, tendem a gerar interesse e motivação de maneira divertida (MARTINS, VEIGA-SANTOS e CASTILHO, 2014). Enfim, é um tema abrangente, interessante e muito presente nas mais diversas áreas e conteúdos científicos. Tendo os fermentados como ponto de partida, podem-se abordar assuntos de muitas formas sem esgotar todas as possibilidades.

A fermentação, como definida anteriormente, é uma forma de degradação de substâncias e um meio de obtenção e utilização da energia química presente em compostos orgânicos como os carboidratos. O processo fermentativo pode ser realizado desde o mais simples ao mais complexo meio de produção. Como exemplos podemos citar a criação de um fermento a partir de farinha e água, um pickles com pepino e vinagre, um iogurte com apenas leite e até uma produção de cerveja ou uma maturação de queijo. Todos estes processos possuem etapas e procedimentos repletos de conteúdos de todas as áreas de conhecimento que podem ser trabalhadas nas disciplinas escolares. Estão impregnadas de história, sociologia cultura e arte, são atividades estimulantes que geram produtos concretos e levam a processos contínuos de aprendizado para a vida (GONÇALVES, F. T. et al., 2020). Para exemplificar, criamos um mapa conceitual simples com o que consideramos mais importante. A confecção de um mapa mais detalhado dificultaria a compreensão do ponto que desejamos destacar (Figura 2)

Figura 2 – Mapa conceitual simplificado da fermentação como tema transversal



Fonte: Mapa conceitual criado no C-map tools pelos autores (2020)

2.1.5 Aspectos biofísico-químicos

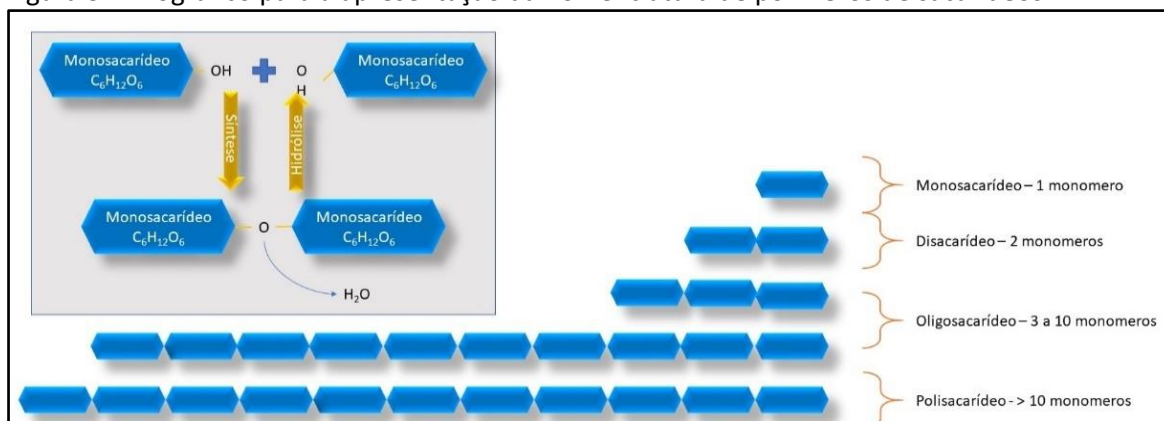
Destacaremos nesta seção alguns dos aspectos que tangem a química, a física e a biologia envolvidos nos processos fermentativos realizados pelos microrganismos. Na produção de fermentados, é preciso controlar ao máximo os aspectos importantes como o ambiente e o meio para inoculação dos microrganismos. Como exemplo podemos citar a preparação de um mosto de cerveja, onde ocorrerá a inoculação da levedura para gerar as condições bioquímicas adequadas para a digestão de carboidratos, lipídios e proteínas (BREDA, 2016; VENTURINI FILHO, 2018). O principal modo de conseguirmos “manipular” a produção para atingir as características finais que queremos em determinado produto, é a combinação de insumos, inóculo de microrganismos e manipulações adicionais essenciais, que envolvem parâmetros como o controle de umidade, temperatura, pressão, agitação, oxigenação e iluminação (MENDES, UBALDO e MACHADOTROMBETE, 2020):

- controle da temperatura e pH ótimos para ações enzimáticas;
- concentrações de oxigênio e açúcares para incentivar ou inibir respiração celular e fermentação;
- sais minerais e vitaminas para as leveduras e bactérias.

Na produção de pequeno porte, propiciar condições ideais para que a cepa desejada se multiplique e prospere, permite inibir contaminações através de relações ecológicas como competição e dominância. Contudo, na indústria de fermentados de grande porte, gerar estas condições seria inviável, pois haveria uma maior variação no padrão de qualidade dos produtos. Assim, são utilizados agentes de limpeza e/ou sanitizantes, como iodo, álcool e soda cáustica, para a esterilização de equipamentos e ambientes de trabalho. Outro ponto importante para a uniformidade de produtos é a escolha da inoculação de cepas isoladas de microrganismos que fermentarão o substrato, evitando a entrada no sistema de quaisquer outros microrganismos. Embora esta estratégia evite contaminações, a consequência destas ações é a geração de alimentos, mesmo que fermentados, pouco diversos, e, portanto, relativamente pobres para a microbiota gastrointestinal frente à importância das relações ecológicas microbiológicas (KATZ, 2018).

As leveduras se alimentam de carboidratos como fonte de energia, são capazes de metabolizar monossacarídeos (glicose) e dissacarídeos (frutose, sacarose, lactose), mas não oligossacarídeos (polímeros de 3 a 10 monômeros) ou polissacarídeos (polímeros com mais de 10 monômeros) como as dextrinas, pectinas e amiloses (Figura 3). Como os oligo e polissacarídeos não são consumidos pela fermentação, eles permanecem no produto, dando sabores e estrutura ao mesmo. Em uma produção de cerveja, por exemplo, diversos conhecimentos relacionados à bioquímica podem ser colocados em prática. Conhecer as ativações enzimáticas e saber como controlar suas ações, através do controle de temperaturas e tempos de ação, determinará quantidades finais de carboidratos, gorduras e proteínas a partir do amido de grãos malteados (germinados de forma controlada), definindo níveis de álcool, corpo, dulçor, entre outras características (BREDA, 2016). É também necessário conhecer o efeito de tamanho de lotes que por vezes pode alterar o produto ao término do processo. Nem sempre se aplica a máxima “é só multiplicar proporcionalmente os ingredientes”

Figura 3 - Infográfico para a apresentação da nomenclatura de polímeros de sacarídeos



Fonte: infográfico produzido pelos autores como material para a divulgação científica

Cada hexágono representa uma glicose ($C_6H_{12}O_6$). No destaque representamos a síntese e a hidrólise simplificada dos polímeros.

Tanto na formação básica como na formação profissional inicial e nas pós-graduações, observamos muitas vezes que assuntos complexos são apresentados de forma abstrata. No entanto, é preciso demonstrar conceitos subjetivos e dar as respectivas explicações para que sejam de fato compreendidos. Uma ferramenta é a utilização de processos que envolvem os substratos, os microrganismos e seus produtos já fermentados. Para observar alguns desses fenômenos podemos utilizar a cerveja, o vinho, o leite, entre outros de acordo com o nível de escolarização e a idade dos estudantes. Muitos processos de produção de fermentados ocorrem em nosso cotidiano e no ambiente à nossa volta e servem como ferramentas para o entendimento de fenômenos biofísico-químicos complexos. Como o escopo deste trabalho não é esgotar as possibilidades, exemplificaremos através do coloide e alguns de seus possíveis desdobramentos. Um exemplo de coloide, frequentemente fermentado, que é consumido em muitos lares da nossa sociedade, é o leite.

Coloides são misturas heterogêneas com aspecto homogêneo, estáveis, cujas partículas microscópicas (entre 1 a 1000 nanômetros (nm), isto é, entre $1 \times 10^{-9}m$ e $1 \times 10^{-6}m$) ficam em suspensão, mantido por um equilíbrio físico-químico. Desta forma para ser chamado de um sistema coloidal é preciso atender alguns aspectos:

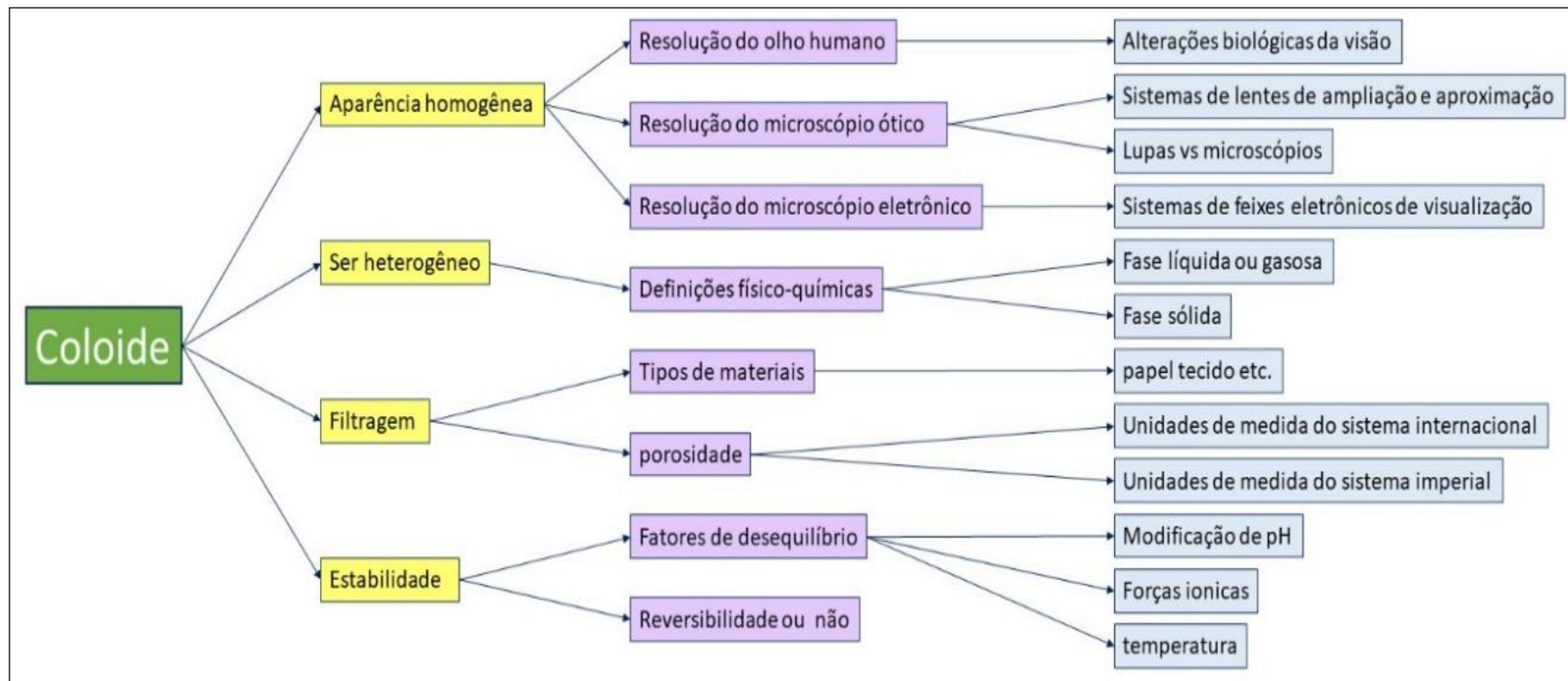
- Natureza heterogênea- ser constituídos de duas fases, sendo a particulada com dimensões microscópicas (até 1 micrometro).
- Estabilidade Os coloides são relativamente estáveis na natureza. As partículas dispersas da fase líquida ou gasosa estão em um estado de movimentação contínuo, chamado de movimento Browniano.

- Filtragem Por conta do tamanho das partículas, os coloides não são filtrados por filtros comuns como peneiras, tecidos, papéis de filtro, pois passam com facilidade pelos poros destes. Para obter a separação da fase particulada dos coloides é necessário a ultrafiltração com utilização de filtros especiais, com micro poros.
- Aparência homogênea - mesmo que tenha partículas suspensas em solução, a aparência dos coloides corresponde a uma solução homogênea, uma vez que sua taxa de dispersão é maior do que de sedimentação. Outra característica é a carga elétrica das partículas que as repelem ao invés de flocularem ou decantarem.

Neste contexto relacionado aos coloides podemos enfatizar o efeito da temperatura sobre soluções coloidais translúcidas através do qual se pode demonstrar alguns fenômenos físico-químicos. Um exemplo é o fenômeno coloidal observável denominado de *chill haze* ou turbidez a frio. O *chill haze* ocorre quando o líquido coloidal translúcido (por exemplo, a cerveja) passa a ficar turvo, ao ficar muito gelado. A explicação é que com o frio, os taninos e as proteínas em suspensão se aproximam formando grandes complexos moleculares frouxos que passam a difratar a luz. Conforme a temperatura do líquido sobe, os complexos se desfazem voltando o líquido a ficar translúcido (ASANO, SHINAGAWA e HASHIMOTO, 1982).

Outro efeito é o pH e reações de oxidação e redução. Um experimento simples de ser realizado é a adição de suco de limão a um copo de leite. A alteração do pH para uma acidez maior, ou seja, um pH menor, desestabiliza as partículas do leite que floculam (coagulam). Uma vez estabilizada a reação é possível fazer a filtração para a obtenção da massa precursora de uma ricota, queijo etc. É possível trabalhar a questão da acidez na evolução da fermentação de iogurtes, chucrute ou pão, com microrganismos ativos (MARTINS, VEIGA-SANTOS e CASTILHO, 2014). Outro exemplo para demonstrar ambientes oxidantes e redutivos, onde compostos são degradados e formados em fermentações ativas, é a corrosão de metais, por exemplo, a tampa de um pote de conserva quando em contato com o líquido ácido de um chucrute fermentando. (OLIVEIRA et al., 2016). Organizamos estas possíveis relações em um mapa mental (Figura 4)

Figura 4 - Mapa mental de possíveis desdobramentos de conteúdos de biologia, física e química partindo de um coloide como Leite



Fonte: Criação livre dos autores

2.1.6 Fermentação - línguas, linguagens e viagens.

A cultura inerente aos alimentos fermentados permeia o cotidiano de praticamente todos os lugares do mundo, estando presentes em todos os povos e culturas, cada um com maiores ou menores ênfases em seus usos, tipos e especificidades. Entre as bebidas mais conhecidas e consumidas no mundo estão a cerveja, o vinho, o café e o chá. No Quadro 1 sistematizamos alguns exemplos por região, tipo de fermentado e uma curta descrição. Todos são produtos essencialmente fermentados ou passam por fermentação em alguma etapa de suas produções. Muitos destes apresentam características locais e peculiaridades a ponto de terem denominações de origem controlada e legislações que certificam sua genuinidade, como, entre tantos outros, queijos, vinhos e carnes curadas típicos das respectivas culturas locais (MCCONNELL, 1978)

Cada produto oriundo de regionalismos está repleto de conteúdo. Traz referências a essas culturas e locais, através de diversas linguagens, como as artes e nomes nos rótulos de seus produtos. Estilos que nasceram antes da industrialização e da produção comercial definem muitas vezes as técnicas e formas de preparo, e são influenciados pelas características geológicas e biológicas e de cada região. Citando alguns exemplos temos:

- ✚ Os fungos das cavernas de Roquefort.
- ✚ Os minerais nas águas de Düsseldorf que a deixam alcalina e assim extraem mais cor e amargor dos maltes criando o estilo da cerveja local, a Altbier.
- ✚ Os climas serranos de cada região e seus produtos típicos (Serra da Estrela, Jamón Serrano, Serra da Canastra, Serra da Mantiqueira).
 - Os hábitos alimentares devido à oferta de alimentos específicos que são consumidos pelos animais (como porcos e ovelhas) dos quais se tira o leite e a carne para se processar e maturar (pata negra).
 - Os microrganismos locais como a *Brettanomyces bruxellensis* das cervejas sours belgas da região de Bruxelas (lambic).

Como não é escopo deste trabalho esgotar todas as possibilidades, só apontamos possibilidades de estimular a curiosidade do leitor por novas buscas.

Quadro 1 – Exemplos de fermentados por regiões do planeta

Região	Fermentado	Descrição
Ásia	Tempeh tofu	Variações de queijos a partir da soja muito presente em quase toda culinária asiática
	Shoyo	Molho fermentado a partir da soja muito presente na culinária asiática e incorporado no ocidente
Europa	Queijos	Franceses - Roquefort, Camembert e Brie
		Portugal - Serra da Estrela
	Embutidos	Espanha presunto cru pata negra e o serrano
		Itália - presunto de parma salames
		Alemanha – salsichas variadas
	Cervejas	As escolas cervejeiras inglesa, alemã países naturalmente cerealistas onde a cerveja é um alimento intrínseco à cultura
		A escola cervejeira belga, apesar de menos antiga desenvolveu suas próprias técnicas e estilos de produção que é considerada patrimônio não material da humanidade pela UNESCO
	Vinhos	Classificados como vinhos do velho mundo, selos regionais e blends de regiões como Bordo, Borgonha, Dão, Douro, Champagne etc.
Américas	Chicha morada	Peru Bebidas fermentadas de milho
	Polvilho azedo	Utilizado na culinária brasileira
	Cervejas	A escola americana de cervejas realizou uma releitura da escola inglesa, disseminando uma revolução cervejeira que surgiu na Inglaterra com o movimento <i>Campaign for Real Ale</i> – CAMRA
	Cauim	Bebida alcoólica feita através da fermentação alcoólica da mandioca, às vezes saborizada com sucos de fruta. Embora tradicional dos povos indígenas do Brasil desde tempos pré-colombianos ainda é consumida hoje nas comunidades indígenas da América do Sul
	Cachaça	Fermentado de cana e destilado, típico brasileiro (denominação de origem)
	Vinhos	Classificados como vinhos do novo mundo alguns países desenvolveram selos regionais como os vinhos saltenhos, chilenos, californianos. Uma região nova com produção gradativamente melhor qualificada é o vale do São Francisco no Brasil
África	Umqombothi	Cerveja feita de milho, malte de milho, malte de sorgo, levedura e água. Comumente encontrada na África do Sul. Usada para celebrar a chegada de garotos recém-nascidos, cerimônia conhecida como abakwetha na cultura Xhosa
Mundial	Pão	presente em praticamente todo o mundo, em suas mais variadas versões como um item frequente na alimentação

Fonte: compilação livre a partir dos conhecimentos dos autores e referências contidas em MCCONNELL (1978)

Deste modo, estudar e/ou conhecer produtos fermentados de diversas regiões pelo mundo significa ter contato com suas diversas culturas e costumes, possibilitando um aprendizado de tais conteúdos e questões, bem como a maneira íntima com que outros povos lidam com seu alimento e suas realidades, de forma enriquecedora, realística e repleta de significado.

2.1.7 Fermentação e as tecnologias

A escala de produção de fermentados influenciará o grau de controles necessários. Assim, para produzir fermentados em escala industrial, são necessários controles muito precisos e acurados de temperatura, pressão, gases dissolvidos e controle microbiológico, para que haja uma uniformidade da produção. Para isto foi preciso um melhoramento nas tecnologias de equipamentos, materiais e análises dos processos envolvidos. Como consequência, foram desenvolvidas e otimizadas inúmeras melhorias diretas para os processos de fermentação e indiretas para muitas outras áreas. (RODRIGUES, DA CUNHA e ALMEIDA, 2020)

Alguns exemplos, que podemos pensar, de processos industriais que foram desenvolvidos e que podem ter influenciado no controle das condições de produção dos fermentados, bem como no valor agregado pois permitiram a produção de variações dos produtos são:

- ✚ Sistemas de refrigeração;
- ✚ Condicionadores de ar;
- ✚ Trocadores de calor;
- ✚ Medidores de gases dissolvidos (gás carbônico, ar total e oxigênio dissolvido);
- ✚ Sensores de pressão;
- ✚ Medidas de ácidos (pH);
- ✚ Medidas de segurança e prevenção de riscos físicos, químicos e biológicos;
- ✚ Técnicas de sanitização, limpeza e controle de contaminações.
- ✚ Medida do volume de um tanque e sua capacidade de resistir à corrosão e pressão;
- ✚ Vida útil de tanques e demais recipientes para a produção;
- ✚ Quantidade de cada ingrediente a ser adicionado em uma receita, levando em conta seus percentuais de óleos, resinas, aromas etc.;
- ✚ Precificação, que precisa considerar os insumos, o uso do ambiente e da mão de obra.
- ✚ Rejeitos como o soro do leite na produção de queijos e a vinhaça na produção de álcool a partir da cana de açúcar etc.

A necessidade de maior controle estimulou o desenvolvimento industrial, e este por sua vez permite novas variações de produtos exigindo novos desenvolvimentos. Esta espiral faz parte dos avanços tecnológicos tanto analógicos como digitais que tem permitido o grande número de produtos existentes para consumo na atualidade. Existem inúmeros cálculos que levam em consideração estes parâmetros para a transformação dos

dados brutos em dados significativos quer seja para precificação ou não dos respectivos produtos. Todas as logísticas envolvidas, tanto na produção caseira quanto industrial, voltadas ou não para o mercado, levam ao desenvolvimento tecnológico e na aplicação de conhecimentos para o aprimoramento. (GARCIA, S. C., RODRIGUES e FERREIRA, 2020)

Sintetizamos alguns exemplos no Quadro 2 dos inúmeros parâmetros que devem ser controlados durante os processos fermentativos.

Quadro 2 - Exemplos de controle em diferentes ambientes de produção de fermentados

Produção	Exemplo de controle
Biocombustíveis	Quanta energia será gerada através da produção de etanol a partir do resíduo da produção de vinho
Cerveja	Quanta água que será evaporada durante uma fervura em uma produção
	Quanto deverá ser adicionado para repor ou diluir o produto,
	Qual número de unidades formadoras de colônia necessários à viabilização de um inóculo para que um dado estilo de cerveja fermente de forma satisfatória
Panificação	Qual a quantidade de proteínas presentes nos insumos como em farinhas para fazer pão com determinadas características
	Qual o percentual de hidratação de uma massa em relação ao percentual de proteínas de uma farinha
	Quanto cada tipo de farinha absorve de água
Laticínios	Qual a quantidade ideal de uma solução coagulante a ser utilizada em uma produção de queijo
	Determinar as saturações e controle de umidade em uma sala de maturação e cura de queijos, ou de cultivo de cogumelos, para melhor desenvolver fungos e características específicas
	Controle do ambiente onde os produtos serão maturados para melhor evoluírem, de acordo com o desejado, em relação aos microrganismos e técnicas aplicados
	Controle do descarte do soro – aproveitamento vs descarte no meio ambiente
Todas	Qual o equilíbrio do uso, sem desperdícios, de insumos necessários às produções
	Qual o número de lavagens de produtos e equipamentos para seu melhor funcionamento, eficiência e rendimento,
	Qual diferença entre as medidas de eficiência e rendimento de equipamentos e insumos
	Controle da iluminação, oxigenação, aeração, umidade e aspectos físicos que facilitem a manutenção da produção

Fonte: compilação livre dos autores baseado em (GARCIA, S. C., RODRIGUES e FERREIRA, 2020)

Apesar de qualquer assunto ser passível de múltiplas interfaces com outros aparentemente desconexos, não existem limites às possibilidades de conteúdo, analogias e paralelos possíveis de se fazer partindo do tema fermentação. A produção de fermentados é um dos temas que permite esta jornada, de forma natural e concreta, pelo fato de estar presente no cotidiano de todos, embora nem sempre estejamos atentos ao fato (LAGO et al., 2017). Não são fenômenos necessariamente simples, pois envolvem complexidades explicativas progressivamente maiores. No entanto, é possível realizar a demonstração mesmo para crianças do ensino fundamental.

2.2 Aprendizagem

Vamos descrever uma situação frequente do cotidiano da vida escolar, vivido por muitos de nós professores. Por exemplo, durante uma aula de fermentação, o professor explica seus processos e diferenças, de acordo com as situações em que esta ocorre. Espera-se que os alunos estejam prestando atenção, tomando nota dos fenômenos que estão sendo explicados e fazendo perguntas para tirar suas dúvidas. Espera-se ainda que os alunos sejam capazes de relacionar o que está sendo apresentado com o que eles já deveriam ter aprendido, ou seja, que os alunos estejam envolvidos em um processo interativo. O objetivo esperado é que ao final deste processo (da aula) os alunos sejam capazes de lembrar o que foi apresentado, reproduzir quando solicitado, aplicar o conteúdo no futuro e servir de base para um novo assunto a ser aprendido.

No mundo ideal, todos teriam aprendido! Mas... sabemos que esta não é a realidade. Para alguns, a interação aluno/professor não funciona, seja porque o professor apresenta uma explicação confusa ou incoerente, ou o aluno apresente erros ou insuficiências na aprendizagem de fatos anteriores (subsunçores), ou, ainda, o assunto não desperte interesse. A aprendizagem insuficiente pode ser uma aprendizagem parcial ou uma aprendizagem incorreta. Outra situação que dificulta a aprendizagem do aluno é sua capacidade de concentração por questões internas (Transtorno do déficit de atenção e hiperatividade-TDAH) ou externas ao aluno (distração com aparelhos móveis). Esta lista pode continuar, pois o número de variáveis que distanciam a interação discente/docente é grande.

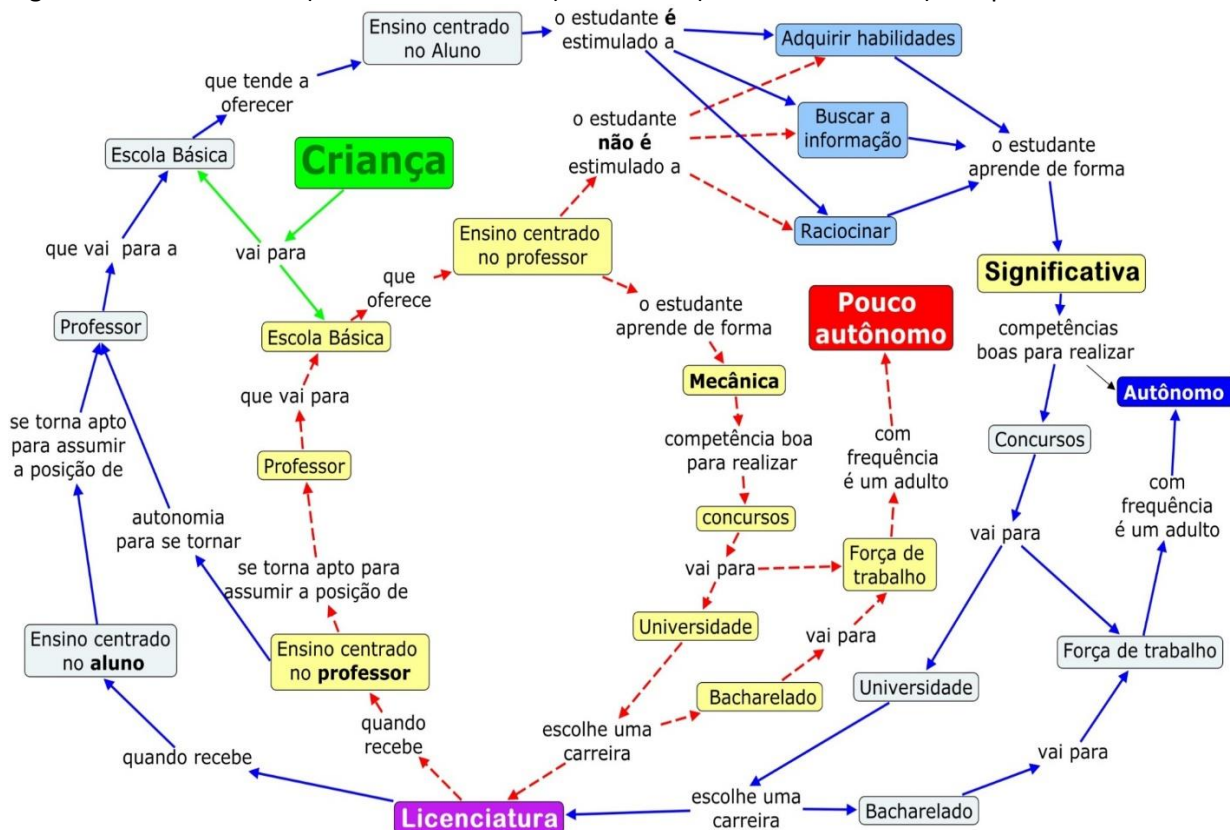
Assim, a aquisição de novos conhecimentos não envolve apenas uma questão cognitiva, fatores psicodinâmicos como os interesses pessoais e as emoções no momento da aula também são importantes. Durante o planejamento escolar, o foco é geralmente dado ao conteúdo, sem levar em consideração os fatores psicodinâmicos, no nosso caso à fermentação. No entanto, quando se leva em consideração as vivências, sentimentos e motivações dos alunos, o resultado da aprendizagem tende a ser mais efetivo (ANASTASIOU e ALVES, 2005).

Embora discutida e estudada por longa data, a sala de aula continua a mesma há tempos. Apesar de todas as evoluções tecnológicas e de conhecimento que ocorreram ao longo dos anos, muitos professores não repensam e não modificam suas práticas em sala, atuando como meros repetidores de conteúdos (DICARLO, 2009). Neste cenário, onde a forma de lidar com a aprendizagem valoriza o conteúdo, os alunos estudam para poder "tirar" notas e passarem de ano, sem necessariamente entenderem, de fato, o que estão estudando (KEMBER e GOW, 1994; SAGAN, 1996; DICARLO, 2009).

Sendo assim, se estabelece um círculo vicioso (Figura 5) que se inicia na escola fundamental: a criança é submetida a uma educação formal tradicional centrada no professor, avança desta forma até chegar à vida profissional ou na universidade na qual, mais uma vez, é apresentada ao mesmo estilo de educação. Aqueles que escolheram a licenciatura como área de atuação profissional, só sabem esta forma de lidar com a relação ensino-aprendizagem e reestabelecem o círculo vicioso da aprendizagem mecânica. Por outro lado, se ela for apresentada a um professor que aprendeu a trabalhar com metodologias centradas no aluno, a tendência é ser um adulto com habilidades que lhe permitam buscar novas informações de forma crítica e autônoma, sem depender de ordens e/ou instruções dos pares ou da chefia (FARIA, 2015).

Para que o círculo vicioso seja transformado em um círculo virtuoso, é necessário que os professores pensem em estratégias que possibilitem aos alunos refletirem sobre o que estão estudando, desenvolvendo, assim, seu raciocínio lógico e sua reflexão crítica. Através das diversas estratégias possíveis, prepararão seus alunos para mais do que "passar de ano". Nesse sentido, o uso de metodologias ativas de aprendizagem nas disciplinas STEM/STEAM têm se demonstrado de grande aproveitamento (WENDEROTH e WEIGELT, 2009).

Figura 5 - Círculo vicioso (amarelo e vermelho) e virtuoso (azul escuro e claro) do aprendizado



Fonte: Reproduzido de com permissão (FARIA, 2015).

2.2.1 Teorias contemporâneas da aprendizagem

As teorias contemporâneas da aprendizagem levam em consideração uma gama de conhecimentos derivados de estudos de muitos campos do conhecimento, enfatizando o olhar importante da psicologia e psicologia da educação. Existem descrições e termos, dados por muitos pesquisadores nesta área, e gostaríamos de destacar apenas alguns. Esta lista não pretende ser exaustiva, pois este não é o escopo no nosso trabalho. Destacaremos aqueles cujos trabalhos utilizamos de forma direta ou indireta.

Iniciaremos com nosso grande pesquisador brasileiro, Paulo Freire, que influenciou muitos outros nas pesquisas de aprendizagem em adultos. (FREIRE, 2012) Na outra ponta da vida, Jean Piaget e Emília Ferreiro, que foram fundamentais no entendimento do aprendizado nas fases iniciais da vida (COLL, 1999). Queremos citar David Ausubel que introduziu o conceito de aprendizagem significativa (meaningful) (AUSUBEL e FITZGERALD, 1961) e Joseph Novak que introduziu os mapas conceituais (NOVAK, 1990). Humberto Maturana que nos convida a conviver para educar e aprender (MATURANA e POERKSEN,

2004). No Quadro 3 - Sistematizamos alguns termos importantes e como os conceituamos referente aos tipos de aprendizagens, seus principais autores

Quadro 3 - Tipos de aprendizagem

Tipo de Aprendizagem	Autor	Conceito
Cumulativa	(GAGNE, 1968)	A aprendizagem por memorização de regras e conceitos simples que cria o arcabouço para o aprendizado de conceitos mais complexos. Comum na infância e para o aprendizado de elementos de um novo conhecimento no adulto sem conexões específicas (p. exemplo senha)
Assimilativa	(PIAGET, 1952)	O novo conhecimento é agregado ao conhecimento já existente. É relativamente fácil recordar e aplicar o conhecimento, em especial para quem tem afinidade com a área do conhecimento
Acomodativa ou transcendente	(PIAGET, 1952)	Para incorporar o novo conhecimento é necessário desconstruir o conhecimento prévio e reconstruir o novo de modo que se adeque aos conceitos aceitos na academia
Significativa (meaningful)	(AUSUBEL e FITZGERALD, 1961)	Aprendizagem duradoura que acarreta mudanças na organização do “eu” do aprendiz através da reorganização de conjuntos de conhecimentos prévios.
Significativa (significante)	(ROGERS, 1959)	
Transformadora	(MEZIROW, 2000)	Aprendizagem duradoura, profunda e extensa caracterizada por uma reestruturação simultânea nas dimensões cognitiva, emocional e sócio social. Normalmente ocorre como resultado de uma situação de crise causada por desafios, tornando necessário a mudança para avançar. Pode ser experimentada fisicamente com uma sensação de satisfação
Interativa	(MATURANA e POERKSEN, 2004)	Aprender através de um processo de adaptação (mudar com o mundo), de acomodação decorrente de vivências e interações recorrentes.
Não aprendizagem	(ILLERIS, 2018)	A apresentação de novos fatos que conflitam com as concepções prévias (ou pré-entendimentos) são rejeitados ou distorcidos para fazê-los concordar. Resultando em ambos os casos, na consolidação do entendimento já existente sem um novo aprendizado.

Fonte: Dados sistematizados pelos autores

2.2.2 Métodos de aprendizagem ativa

Os métodos de aprendizagem ativa não são técnicas ou receitas, e sim estratégias que foram desenvolvidas para auxiliarem o processo de aprendizagem nos diversos cenários educacionais. Os métodos de aprendizado ativo devem ser dinâmicos e devem proporcionar um ambiente motivador e cooperativo (FARIAS, MARTIN e CRISTO, 2015). Espera-se que seja aprendida nos anos iniciais do ensino básico perpassando pelo ensino universitário, permitindo aprendizagem durante toda a vida (Lifelong learning). Como descrito por diversos autores (GLEASON et al., 2011; SLAVICH e ZIMBARDO, 2012), a oferta

de sugestões, desafios, roteiros etc. para realização de tarefas, nos quais os alunos interagem entre si e realizam atividades relacionadas aos assuntos estudados na teoria, parecem auxiliar no processo de aprendizagem, tanto na sala de aula como fora dela. Conforme proposto pelos estudiosos desta área, é consenso que a interação e a ação dos participantes levam a um melhor entendimento sobre o assunto trabalhado.

Olhando a literatura uma rápida busca nos bancos de dados usando o unitermo “active learning” mostra que é longa a lista de estratégias e métodos de aprendizado ativo que podem ser utilizadas por professores. Esta busca retorna mais de 12000 artigos publicados nos últimos 20 anos, e mais de 15000 registrados no banco. Considerando estratégias desde as mais simples até as mais complexas, conseguimos elencar uma centena de propostas (trabalho em fase de finalização pelo grupo de pesquisa em métodos de aprendizado ativo). A seguir daremos alguns exemplos dos grupos de estratégias/métodos de aprendizagem que classificamos (do Quadro 4 ao 9), acompanhado de uma pequena descrição, e terminaremos esta seção com a descrição detalhada do TBL - *Team Based Learning*, pois foi a principal estratégia utilizada no nosso trabalho com os produtos fermentados.

Mesmo durante aulas tradicionais, ou na forma de palestras, é possível realizar estímulos para que os estudantes “tomem as rédeas” de sua aprendizagem. O formato da “Storytelling” ou Contação de história é eficiente em uma diversidade de situações, como no início de uma unidade de aprendizagem, apresentando o contexto histórico onde os fatos pertinentes foram descobertos. A apresentação de fatos que hoje já não seriam aceitos eticamente pode provocar a reflexão através de perguntas socráticas. O professor então apresenta uma série de perguntas abertas (cujas respostas vão além do sim ou não), sobre um tópico ou problema específico (COLLINS, F., 1999).

A leitura em voz alta é uma estratégia onde cada estudante lê uma frase ou parágrafo do assunto a ser estudado. A cada ponto crítico do conteúdo ou ao final de cada parágrafo pode-se solicitar uma síntese do tópico. Esta atividade interdisciplinar tanto ajuda na construção dos conceitos da matéria como estimula a leitura e interpretação do texto e possibilita o pensamento crítico-reflexivo.

O “bilhete de entrada e de saída” (*Exit ou entry ticket*) também pode ser utilizado de diversas formas, inclusive como avaliações formativas dos estudantes. Tanto uma síntese

no final da aula (depositado em uma urna na saída da classe), como um bilhete com uma pergunta, depositado na urna na entrada da aula sobre assuntos que já foram abordados, demonstram a evolução conceitual dos estudantes. É fundamental que o docente traga para a aula as respostas para as perguntas bem como elogios para aqueles conceitos adquiridos de forma adequada, como novas explicações para os erros conceituais apresentados pelos estudantes (AKHTAR e SAEED, 2020).

Pensar, parear e compartilhar (*Think Pair Share*) é uma estratégia de aprendizagem por pares onde o docente solicita que cada discente escreva sua concepção a respeito do conceito a ser desenvolvido. Uma vez terminado o tempo, os alunos se juntam em pares e discutem os conceitos que apresentaram, se são iguais semelhantes ou diferentes. Após o tempo estipulado, um membro de cada par apresenta a concepção que foi acordado (AKHTAR e SAEED, 2020) (Quadro 4).

Quadro 4 - Sugestão de estratégias de métodos de aprendizagem ativa durante aulas tipo palestras realizadas por docentes

Estratégia	Descrição sumária	Referência
Storytelling Contação de história	Bom para contar as “fococas” do período histórico do descobrimento do fato a ser estudado.	(COLLINS, F., 1999)
Questionamento socrático	Ao invés de só fornecer informações e fatos aos alunos, o professor faz uma série de perguntas abertas (cuas respostas vão além do sim ou não), sobre um tópico ou problema específico. Neste tipo de estratégia deve ser estimulado que os alunos também façam suas próprias perguntas. Uma variação desta estratégia é o professor perguntar espera um minuto para que todos possam pensar a resposta e em seguida responde.	(GOSE, 2009; SHAHSAVAR et al., 2013)
Ler em voz alta	O professor solicita que cada aluno leia em voz alta um parágrafo do tópico que está sendo estudado.	(LOHFINK, 2014)
<i>Exit</i> ou <i>entry ticket</i>	Peça que cada aluno entregue uma síntese de 3 ou 4 linhas sobre o assunto tratado durante a aula (<i>Exit ticket</i>) e deposite em uma urna na saída da aula, ou dúvidas que apresentaram durante seus estudos da aula anterior (<i>Entry ticket</i>). Esta atividade pode ser utilizada como avaliação formativa dos estudantes e todos os erros conceituais e dúvidas apresentados devem ser usados para nortear as atividades planejadas pelos docentes.	(AKHTAR e SAEED, 2020)
Think Pair Share	Pare sua explanação em um ponto crítico, apresente uma pergunta, dê um tempo para pensar na resposta. Agrupe em pares alunos em carteiras vizinhas. Solicite que uma dupla apresente o consenso a que chegaram e pergunte se é consenso na turma. De prosseguimento a aula de acordo com o resultado apresentado.	(AKHTAR e SAEED, 2020)

Fonte: Dados sistematizados pelos autores

Um aspecto fundamental para a compreensão dos nossos alunos é conhecermos os conceitos que trazem consigo decorrente dos aprendizados de series anteriores, de casa ou de outras vivencias. No Quadro 5, apresentamos cinco atividades possíveis de serem realizadas facilmente em sala de aula. Por exemplo, o toró, ou tempestade de ideias (*Brainstorming*), onde todos são estimulados a apresentar suas ideias. Alguém registra no quadro as palavras-chave e quantas vezes foram faladas. Esta contagem pode ser então transformada em uma Nuvem de palavras com auxílio de diversos programas gratuitos como, por exemplo, o *Word art* (wordart.com). Outra estratégia é a associação das palavras obtidas durante o toró de ideias na confecção de um mapa mental. As palavras podem estar escritas em cartões ou papeis autocolantes e ligadas por setas ou é dado a cada estudante, ou grupo de estudantes, uma folha onde possam criar seu mapa. Como no mapa mental não é possível, *a priori*, saber o tipo de associação que está sendo apresentada sugerimos que seja utilizado a proposta de Novak (1990), o mapa conceitual. A transformação de um mapa mental em mapa conceitual se dá através da inserção das frases de ligação entre cada conceito. Esta é uma excelente ferramenta tanto para o levantamento de concepções como para a avaliação de aprendizagem.

A utilização de balões de festa no ambiente da sala de aula pode ter múltiplas variações, de acordo com o objetivo educacional. Daremos apenas um exemplo que utilizamos com frequência. Pedimos aos alunos que escrevam em pedaços de papel (1/8 de folha) os conceitos pertinentes a unidade de aprendizagem e, em outros pedaços, a descrição dos conceitos (cuidado para ter um conceito ou explicação para cada aluno da turma, havendo número ímpar o professor também participa). É colocado cada papel (com conceito ou descrição) em um balão. Distribua para seus alunos. Peça que cada um sobre o balão e em seguida todos devem jogar o balão para o ar e pegar outro. Os participantes devem então achar seus pares (conceito-explicação). No final, todas as duplas se apresentam. Uma variação desta estratégia é a utilização de imagens no lugar da descrição e o nome científico (JOHNSON, 2012) (Quadro 5).

Quadro 5 - Sugestão de estratégias de métodos de aprendizagem ativa para levantamento de concepções prévias

Estratégia	Descrição sumária	Referências
Brainstorming	Peça aos estudantes para falarem do que sabem a respeito dos principais conceitos da aula. Anote no	(RAHMAWATI, 2022)

Estratégia	Descrição sumária	Referências
	quadro/jamboard tudo que é falado certo ou errado. Anote quantas vezes um conceito é repetido. Ao término, apresente ideias conflitantes. Inicie a aula reconstruindo as concepções, conhecendo as concepções prévias dos alunos. Sabendo a frequência de vezes que cada conceito é apresentado, é possível construir uma nuvem de palavras	
Nuvem de palavras	A partir do brainstorming pode se criar nuvens de palavras com os conceitos mais citados. Quanto maior o número de vezes maior o tamanho da fonte, expressando a importância dada para cada conceito pelos alunos	(DENOYELLES e REYES-FOSTER, 2015)
Mapa Mental	Apresente as palavras-chave em uma lista (pode ser derivada do brainstorming por exemplo), notas autocolantes (post-it) ou cartões e peça para que os alunos construam um mapa mental do assunto a ser tratado traçando a associação entre os conceitos	(SÜMEN e ÇALISICI, 2016)
Mapa conceitual	Apresente as palavras-chave em uma lista (pode ser derivada do brainstorming por exemplo), notas autocolantes (post-it) ou cartões e peça para que os alunos construam um mapa mental do assunto a ser tratado informando qual a associação entre os conceitos através de frases de ligação. A variação desta estratégia pode ser construir o mapa mental e em seguida solicitar que escrevam as frases de ligação entre cada conceito	(NOVAK, 1990)
Estouro de um Balão	Coloque, dentro da metade dos balões de festa, termos ou palavras-chave que os alunos deveriam ter estudado ou estudarão e, na outra metade, os respectivos conceitos ou explicações. No início da aula, cada aluno enche o seu balão, em seguida, estes são jogados para o alto. Cada aluno deve pegar um balão, estourar a bola e encontrar seu par	(JOHNSON, 2012)

Fonte: Dados sistematizados pelos autores

Ao invés de demonizar os aparelhos celulares, tablets, smartphones etc. nas salas de aula, é possível utilizá-los a nosso favor. Várias possibilidades existem, como, por exemplo, a utilização de mídias sociais (Telegram, WhatsApp, Twitter etc.), fóruns de discussão, a criação de wikis, entre outras opções. A combinação destas ideias potencializa cada uma. Apresentaremos apenas uma sugestão: iniciar um fórum de discussão sobre o tema da aula com os principais conceitos. Quando os estudantes chegam a um consenso, devem levar este para a plataforma na qual ficará a Wiki da turma, onde os alunos constroem e sistematizam as definições que vão aprendendo ao longo da disciplina (Quadro 6).

Quadro 6 - Sugestão de estratégias de métodos de aprendizagem ativa usando mídias sociais

Estratégia	Descrição sumária	Referência
Apps de comunicação (Telegram / Twitter / WhatsApp etc.)	Lance no App provocações ou perguntas sobre tópicos abordados em sala de aula para que sejam dadas as respostas pelos alunos. Dê aos estudantes um tempo definido para que respondam. Sugerimos que seja dado o <i>feedback</i> em aula presencial ou momento síncrono nas atividades online.	(HAMADI et al., 2022)
Fórum de discussão	Utilize no ambiente virtual de aprendizagem (AVA ou uma mídia social como o LinkedIn). Uma vez escolhido o espaço gere o debate no fórum de discussão com tópicos direcionados pelo professor	(HAMADI et al., 2022)
Wikis	Construa wikis em um blog para elaboração conceitual da unidade de estudos. Durante a pandemia, diversos aplicativos online passaram a ser utilizados, entre eles, aqui na UFF, o Google Classroom®. Na construção de wikis da turma, em documentos compartilhados online, é possível acompanhar a contribuição de cada estudante e mais importantemente estimular o aprendizado coletivo	(YILDIRIM YAKAR, 2022)

Fonte: Dados sistematizados pelos autores

Compreender o preparo dos nossos estudantes é fundamental para que seja de fato um ambiente de aprendizagem (DE AQUINO MATTOS et al., 2016). O uso de sistemas de respostas de audiências (*Audience Response Systems* - ARS ou *Student Response System* - SRS) tem vantagens de fornecer o *feedback* da turma de forma instantânea e permite corrigir rumos também de forma rápida. No entanto, o foco não deve ser na tecnologia e sim no aprendizado, é preciso que o docente se sinta confortável com a utilização das diversas tecnologias e escolha a que melhor lhe atender. Muito importante, ao criar uma lista de perguntas para os estudantes, é se perguntar “esta pergunta se adequa aos meus objetivos educacionais?” bem como “o que eu, como professor, aprendo sobre meu estudante perguntando isto?”, ou seja, a pergunta precisa ser relevante para aquela unidade de aprendizagem.

Esta estratégia pode ser utilizada para diversos propósitos, como levantar as concepções dos alunos antes de iniciar a unidade de ensino, ao longo da atividade e ao término para averiguar o aprendizado final. Sendo utilizada no início, é importante verificar se as concepções relacionadas aos pré-requisitos estão adequadas. Sendo utilizada durante a unidade de ensino, é fundamental que os pontos críticos do conteúdo sejam perguntados e, ao final, perguntas mais detalhadas, alinhadas com os objetivos educacionais (PREMKUMAR e COUPAL, 2008) (Quadro 7).

A forma eletrônica associada à gamificação tem, na nossa experiência, resultados muito interessantes tanto no ensino básico como no ensino superior. No entanto, nem sempre temos acesso à forma eletrônica. Versões analógicas dos “clickers” através da impressão de cartas com os símbolos utilizados nos aplicativos, ou com as letras (ou números) das respostas, são alternativas que dão resultados muito bons (Quadro 7). Precisamos enfatizar que o objetivo é definir o que os alunos sabem, e o rumo que daremos com a unidade de ensino, e não o uso desta ou daquela tecnologia (DE AQUINO MATTOS et al., 2016).

Quadro 7 - Sugestão de estratégias de métodos de aprendizagem ativa usando clickers (Perguntas e respostas em tempo síncrono)

Estratégia	Descrição sumária	Referência
Sistemas de respostas síncronas (eletrônico)	Utilize um de muitos sistemas de respostas como (Kahoot, polleverywhere, mentimeter, google forms) para apresentar perguntas. Através dos programas, os alunos apresentam suas respostas que são analisadas pelo professor imediatamente após o término do tempo estipulado. Este <i>feedback</i> imediato é fundamental para redirecionar o estudo ou a aula	(DE AQUINO MATTOS et al., 2016)
Sistemas de respostas síncronas (analógico)	Quando não há possibilidade de uso da internet, é possível realizar enquetes de respostas a perguntas de forma analógica. Os alunos apresentam suas respostas através de cartões coloridos, ou com as letras das opções, que então são analisadas pelo professor imediatamente após o término do tempo estipulado. Este <i>feedback</i> imediato é fundamental para redirecionar o estudo ou a aula	(DE AQUINO MATTOS et al., 2016)

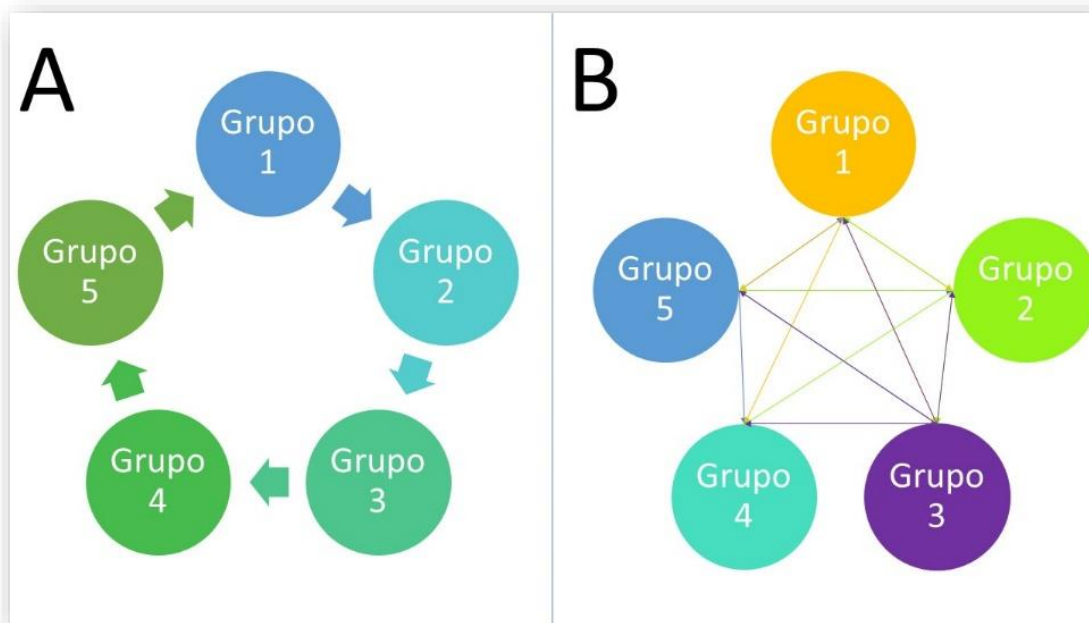
Fonte: Dados sistematizados pelos autores

Trazer para a sala de aula um momento de fraternidade é fundamental. Conhecer nossos alunos e eles se conhecerem é fundamental para o bom andamento de trabalhos, tanto individuais como em grupo. As relações interpessoais positivas, entre docentes e discentes, principalmente durante a adolescência, podem ser caminhos poderosos para o desenvolvimento pessoal. Infelizmente, pesquisas tem mostrado um declínio na qualidade das interações professor-aluno à medida que os alunos progridem pela sua trajetória escolar (YU et al., 2018). Assim, quando iniciamos os trabalhos com uma nova turma, uma estratégia para conectar o binômio docente-discente e entre os pares (discentes-discentes) é o “jogo dos nomes”. Cada estudante se apresenta e informa o significado do seu nome. Em turmas com nomes repetidos sugerimos uma variação que é perguntar a razão pelo qual seus pais (responsáveis) escolheram aquele nome. Caso o professor tenha o contato

com os alunos antes da primeira aula, já pode iniciar uma atividade de “sala de aula invertida” ou *flipped classroom* dando a tarefa de saberem a origem e razão das escolhas dos nomes antes da aula propriamente dita. Outras formas de quebrar o gelo com turmas novas, ou ao longo da disciplina, são o uso de gincanas, encenação, a formulação de perguntas pelos estudantes (JULIA et al., 2020).

Uma estratégia interessante é a formulação de três frases das quais duas estão corretas e apenas uma errada. Esta é uma estratégia que pode ser usada tanto para gerenciar conflitos existentes na turma como para verificar a compreensão dos conteúdos, uma vez que perguntas mais elaboradas surgirão apenas entre aqueles que de fato aprenderam o conteúdo. Uma forma de realizar esta estratégia é aplicar em pares ou aplicar o método “*Round Robin*” (não temos conhecimento de uma tradução adequada) onde o aluno (ou grupos pequenos) elaboram perguntas para serem direcionadas aos demais. Uma versão é a atividade circular (Figura 6A) onde o grupo 1 pergunta para grupo 2 que pergunta para grupo 3... e o último grupo pergunta para grupo 1. A segunda versão é quando todos perguntam para todos neste caso cada grupo deverá elaborar o número de perguntas equivalente ao número de grupos (Figura 6B).

Figura 6 - Exemplos da metodologia Round Robin



A – Round Robin circular **B** – Round Robin em teia (todo perguntam para todos)

Fonte: ilustração elaborada pelos autores

Inclua nesta atividade a sala-de-aula-invertida. Ou seja, informe aos alunos que devem ler o conteúdo antes de participar da atividade. Assim, terão maiores possibilidades de responderem adequadamente. Novamente, de acordo com o interesse do professor, esta atividade pode ou não ser gamificada, principalmente se o uso for para gerenciar conflitos. A metodologia de “sala de aula-invertida” tem um fator potencializador na aprendizagem, uma vez que, quando o aluno ouvir a fala do professor, poderá aprofundar o que aprendeu e/ou tirar dúvidas neste momento. Atividades de encenação são boas para quebrar gelo, interpretação, apresentação de sínteses do que foi aprendido ao longo da disciplina/ matéria (Quadro 8).

Quadro 8 - Sugestão de estratégias de métodos de aprendizagem ativa usando momentos de Quebra-gelo de início ou meio de disciplina/matéria

Estratégia	Descrição sumária	Referencias
Jogo de nomes O que há em um nome?	Junte os alunos em duplas e permita que entrevistem uns aos outros sobre seus nomes próprios e do meio, observando as singularidades. Para ajudar os alunos sugira que compartilhem um pouco da história sobre seus nomes, incluindo: 1) Significado 2) Quem os nomeou, 3) Como foi escolhido, 3) São homônimos de alguém mais velho? Se sim conhecem a pessoa, 4) Gostam do nome 5) já usaram nomes diferentes 6) têm um apelido etc.	(YU et al., 2018)
Duas verdades e uma mentira	Peça para cada aluno escrever duas verdades e uma mentira sobre eles mesmos ou sobre o tópico da aula. Crie pares, estes devem analisar os pontos dos colegas. Apresente a síntese à classe	(RHODES, 2022)
Gincana	Ofereça pistas para que possam chegar a uma conclusão sobre o tópico escolhido pelo professor (questões de ensino ou pessoais). Uma forma de incluir a tecnologia digital e o uso dos smartphones ou tablets é a criação de QR codes que indicam caminhos, de acordo com as respostas dadas.	(HARTMAN, LYDON e RASMUSSEN, 2019)
Encenação	Apresente um script curto, de um tempo para os alunos organizarem sua apresentação e a plateia deve desvendar o assunto. Outra versão é a divisão dos conteúdos entre grupos de alunos que fazem uma apresentação sintetizando o que aprenderam.	(HOBSON et al., 2019)
Sala de aula invertida	Atribua tarefas aos alunos para serem realizadas antes da aula. Durante o momento síncrono ou presencial utilize alguma estratégia em que todos tenham a oportunidade de apresentar seus aprendizados e/ou dificuldades	(JULIA et al., 2020)

Fonte: Dados sistematizados pelos autores baseado em suas experiencias

Uma estratégia usada com frequência para estimular a aprendizagem ativa através do envolvimento dos alunos, e que tem uma boa aceitação por eles, é o Jogo. Quando estes são desenvolvidos especialmente para o ensino e/ou treinamento, são denominados de

“Serious Games”. Podem ser utilizados em muitas áreas do conhecimento e tem apresentado resultados promissores em diversas áreas do conhecimento (SUNG e HWANG, 2013).

Para produzirem motivação, os jogos devem manter um equilíbrio entre desafios e oportunidades de acerto, através do senso de controle e envolvimento (LIN, YOUNG e HUNG, 2008); LIU, LI, & SANTHANAM, 2013). Embora a ludicidade seja um elemento importante, esta é uma das questões mais subjetivas, uma vez que dependerá do perfil da turma. (PRENSKY, 2003). Ao planejar um jogo, é fundamental levar em consideração questões como objetivos claros, *feedback* de desempenho constante, resultados incertos, promoção da autoestima, excitação perceptual, variabilidade nos desafios, confiança, curiosidade sensorial e cognitiva, relevância, controle (oportunidades de escolha e ambiente de aprendizagem responsivo), fantasia, cooperação/colaboração, competição, espaço de reconhecimento e satisfação (por meio de consequências naturais e positivas e equidade).

Embora, historicamente, a aprendizagem em jogos tenha sido avaliada de forma indireta, o ideal é que a avaliação seja em tempo real e dê suporte à aprendizagem, com base nas necessidades dos jogadores. Em atividades analógicas, esta é a função do mediador ou professor. Mas, em jogos digitais, determinar o grau de apoio que os jogos oferecem para a aprendizagem ainda não está claro. Autores como Shute e Ke (2012), têm desenvolvido abordagens para elaborar avaliações diagnósticas baseadas nas evidências incorporadas ao ambiente de jogo. Estes autores propõem o desenvolvimento de "avaliações furtivas" definidas como “avaliações incorporadas ao jogo, de tal forma que são virtualmente invisíveis”. As avaliações incorporadas nos jogos fornecem a possibilidade de monitorar as competências dos jogadores/alunos, que por sua vez permite o ajuste fino quanto ao nível de dificuldade dos desafios, além de fornecer um relatório para o professor. Alguns exemplos de jogos que podem ser apresentados de forma analógica e/ou digital se encontram no Quadro 9.

Quadro 9 - Sugestão de estratégias de métodos de aprendizagem ativa usando Jogos (muito úteis para revisão do conteúdo)

Estratégia	Descrição sumária	Referências
Palavras Cruzadas	Criar palavras cruzadas com as definições para que os alunos acertem os conceitos é o inverso que normalmente solicitamos.	(ZAMANI, HAGHIGHI e RAVANBAKSH, 2021)
Quiz	Séries de perguntas e respostas que pode ser gamificado ou não. Ambas as formas trazem benefício dependendo do contexto do cenário educacional Uma forma gamificada é o jogo “Jeopardy” onde o estudante da vez escolhe o nível de dificuldade da pergunta que quer responder. Há gabaritos (templates) criados no creative commons para a personalização do jogo de acordo com o interesse do professor. Um site é https://www.slidescarnival.com/jeopardy-free-presentation-template/11277	(JICÍNSKÁ et al., 2021)
Bingo	Nas cartelas dos alunos tem o nome de um fenômeno, um ser, uma estrutura etc. e, na sacola, tem cartas com as definições. Ganha quem completar uma linha, coluna ou a cartela cheia, conforme a estratégia do professor	(CHANG e YEH, 2021)
Quem sou eu?	Jogo onde cada carta tem um conceito (ser vivo ou reação química ou momento histórico etc.) e cinco dicas, daquela mais vaga à mais direta. Ganha na rodada quem usar menos dicas) Cara a cara se baseia nesta lógica)	(CARNEIRO e MARIA DO ROCIO, 2020)
Jogos de tabuleiro	Os participantes (indivíduos, duplas ou pequenos grupos) andam no tabuleiro conforme acertam as respostas às perguntas lidas pelos mediadores. Neste tipo de jogo é comum ter casas de sorte ou azar com frases atitudinais que caracterizam a sorte ou o azar. Sempre sugerimos que seja uma pergunta. De acordo com a resposta caracteriza-se a sorte (atitude adequada) ou azar (atitude indevida)	(BAYECK, 2020)

Fonte: Dados sistematizados pelos autores baseado em suas experiencias

Embora algumas das atividades voltadas para estimular a aprendizagem ativa apresentadas até este ponto pudessem ser realizadas tanto de forma individual como em grupo, existem outras que necessariamente devem ser realizadas em grupo. Destacaremos três: (Quadro 10) Aprendizagem baseada em projetos (PBL – *Project Based Learning*); Aprendizagem baseada em problemas (PBL – *Problem based Learning*); e Aprendizagem baseada em times (TBL - *Team Based Learning*). Pela complexidade e proximidade com nosso trabalho de pesquisa, detalharemos estas três, mais do que as estratégias de aprendizagem ativa descritas até este ponto.

Quadro 10 - Sugestão de estratégias de métodos de aprendizagem ativa usando necessariamente atividades em grupo

Estratégia	Descrição sumária	Referencias
Aprendizagem baseada em Investigação (projetos) (Investigative Based Learning – IBL)	A turma é dividida em grupos de no máximo 8 alunos. Cada grupo deve desenvolver a sua investigação (projeto) e trazer para a aula na data estipulada sua resolução. A culminância desta atividade pode ser uma exposição para a escola (feira de ciências). Em geral, as aulas durante o semestre oferecem os subsídios para a conclusão do projeto. É uma excelente estratégia para atividades interdisciplinares. Compara-se os resultados e os professores finalizam sistematizando os resultados e complementando aspectos importantes que não foram abordados	(YUSUF e HASAN, 2019)
Aprendizagem baseada em problemas (Problem Based Learning – PBL)	A turma é dividida em grupos de no máximo 8 alunos. Cada grupo deve resolver o problema apresentado e trazer para a aula, no final da unidade, sua resolução. Compara-se os resultados e o professor finaliza sistematizando os resultados e complementando aspectos importantes que não foram abordados	(MALMIA et al., 2019)
Aprendizagem baseada em times (Team Based Learning – TBL)	Semelhante a estratégia da aprendizagem baseada em projetos, no entanto tem um controle maior nas etapas a serem executadas (descreveremos em detalhe no tópico 2.2.4)	(MICHAELSEN, LARRY K, KNIGHT e FINK, 2004; MICHAELSEN, LARRY K. e SWEET, 2008)

Fonte: Dados sistematizados pelos autores baseado em suas experiencias

A aprendizagem baseada em projetos ou aprendizagem baseada em investigação (IBL) tem como lógica central a aquisição de conhecimentos mais profundos por meio da exploração ativa (investigação) de um desafio. Estes devem ser de preferência, relacionados a problemas do mundo real do entorno do estudante ou relacionados a problemas mais amplos que possam influenciar suas vidas de forma direta ou indireta. O importante é que o estudante perceba a influência ou importância do problema a ser estudado. Embora seja atribuído a John Dewey e William Heard Kilpatrick (por volta dos anos 1900), como fundadores da aprendizagem baseada em projetos, inserido na teoria construtivista do “aprender fazendo”. Knoll (1997) aponta que esta forma de aprendizagem data do século XVI, na Europa, tendo chegado à América do Norte entre os séculos XVIII e XIX. A terceira onda de disseminação ocorre na década de 1960, desta vez com uma disseminação internacional.

Os professores devem, de acordo com os objetivos de aprendizagem, propor perguntas, desafios ou problemas complexos aos alunos que devem investigar e responder.

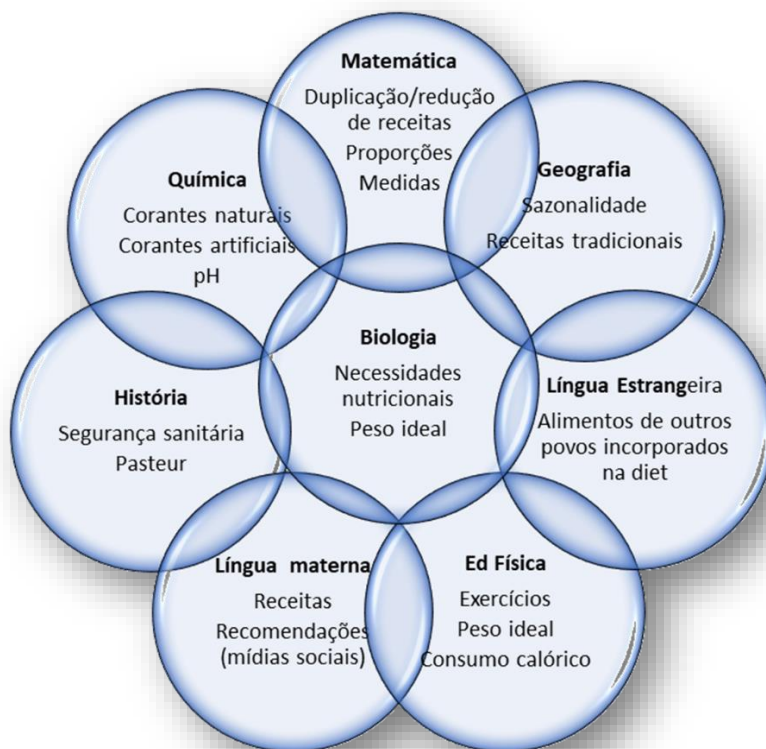
Projetos têm quatro fases: proposição, planejamento, execução e julgamento e sua progressão ideal é quando todas as fases são executadas e concluídas pelos alunos e não pelo professor (KILPATRICK, 1925). Os alunos só exercem a "liberdade de ação" quando é facultada a eles a possibilidade de adquirir independência, poder de julgamento e habilidade para agir. Para Kilpatrick, estas são virtudes indispensáveis para a manutenção e aprimoramento da democracia.

Um componente essencial do Aprendizado Baseado em Investigação e Projetos é a interdisciplinaridade. As questões ou problemas/desafios devem estabelecer conexões entre o conteúdo de cada matéria escolar abordada no projeto. Essas conexões permitem que os alunos encontrem e se debrucem sobre os conceitos e princípios centrais de cada disciplina. Por exemplo, considerando que a obesidade é um fenômeno mundial, entendida como uma doença crônica, podemos propor a elaboração de um projeto ou uma investigação. Nesta situação, o tópico escolhido é a Nutrição saudável, envolvendo todas as disciplinas do ensino básico. É possível iniciar a atividade com algumas perguntas, por exemplo, para deflagrar a discussão dos grupos:

- O que é saudável para um é para todos?
- Quais os benefícios da fermentação?
- Comida transgênica faz mal?

Cada grupo deve desenvolver o seu projeto e trazer para a aula, na data estipulada, sua resolução. A culminância desta atividade pode ser uma exposição para a escola. Geralmente as aulas durante o semestre oferecem os subsídios para a conclusão do projeto. Este exemplo de atividade interdisciplinar pode ser visualizado na Figura 7. Uma vez que os estudantes tenham apresentado seus resultados, é preconizada a comparação das estratégias e dos resultados, seguido por uma atividade dos professores que finalizam a unidade, sistematizando os resultados e complementando aspectos importantes que não foram abordados.

Figura 7 - Infográfico demonstrando as possibilidades interdisciplinares para a pergunta relacionada a necessidades nutricionais e peso ideal



Fonte: Teixeira, G. Utilizado em treinamentos para desenvolvimento docente.

A aprendizagem baseada na investigação pressupõe a experimentação que, por sua vez, tem um ciclo de atividades. Para KILPATRICK (1925), as fases propostas foram proposição, planejamento, execução e julgamento. Já para KOLB (1984), as principais fases são a experiência ativa, a experiência concreta, a observação reflexiva e a conceitualização abstrata (Figura 8). Estes ciclos de aprendizagem serão incorporados em estratégias mais complexas e contemporâneas à investigação, como proposta por Kolb. Por exemplo, na aprendizagem baseada em problemas (Problem Based Learning - PBL) e na aprendizagem baseada em times (Team based Learning – TBL).

Figura 8 - Ciclo de aprendizagem baseado na experimentação



Fonte: Adaptação, realizado pelos autores, do ciclo de aprendizagem de Kolb (1984)

2.2.3 Aprendizagem Baseado em Problemas (PBL - Problem Based Learning)

Baseada nas nossas experiências pessoais, no contexto de aulas tradicionais, o conteúdo é apresentado aos alunos, que por sua vez devem aprender o que está sendo ensinado. Neste contexto, muitos professores assumem que, uma vez tendo cursado as disciplinas consideradas pré-requisitos, o aluno automaticamente entenderá e acompanhará a sua fala. O que não é, necessariamente, verdade e pode levar a um ciclo vicioso de concepções equivocadas, ideias incompletas e a formação de profissionais pouco reflexivos. Para COLLINS, A. e GENTNER (1987), para que uma pessoa explique um domínio com o qual não está familiarizada, ela tende a recorrer a outros domínios ou modelos mentais que sejam mais familiares, onde consegue estabelecer semelhanças. No entanto, estes nem sempre são adequados.

Assim, perguntamos - como aprender algo novo, com nomenclaturas distantes do nosso conhecimento sem uma aproximação com a realidade, ou problemas relevantes? Como abstrair sobre algo que desconheço e que não tenho um modelo mental a seu respeito? É possível aprender no contexto das aulas tradicionais? Sim! Sabemos que sim,

muitos fizeram isto a vida toda, mas as custas de muita memorização mecânica e formação de modelos mentais inadequados. Ao explorar um modelo mental já existente na estrutura cognitiva e importar sua estrutura relacional para outro domínio, ocorrem explicações que nem sempre são adequadas. Uma vez que o aprendiz se sinta confortável com a explicação elaborada, esta se solidifica e é, muitas vezes, difícil de ser modificada.

A aprendizagem baseada em problemas – PBL inverte a forma ou o caminho do aprendizado em relação ao método tradicional de ensino. A estratégia teve início na Faculdade de Medicina da McMaster University no Canadá em 1969 em função da percepção de que a formação de médicos não estava atendendo as necessidades da sociedade (DE CAMARGO RIBEIRO, 2008). O PBL tem como fundamento a apresentação de atividades problematizadoras que os alunos devem resolver em pequenos grupos, mesmo antes de serem apresentados aos fundamentos teóricos (GLEASON et al., 2011). O determinante é a motivação e o direcionamento dos alunos para a aprendizagem, que são orientados por tutores que os auxiliam sempre que necessário. Nesta estratégia de ensino, há 7 passos preconizados onde os alunos precisam buscar o conhecimento necessário para solucionar o problema. (DAVIS, HARDEN e EUROPE, 1999) (Quadro 11).

Quadro 11 - Os 7 passos do PBL

Passo do PBL	Descrição
Esclarecimento de termos.	Cada nova sessão inicia com a apresentação do problema. Esta etapa inclui: - a leitura do problema por um dos alunos estimulando a participação ativa desde o início. - o esclarecimento do problema e dos termos e conceitos não compreendidos. Este esclarecimento pode ser a partir do conhecimento prévio do aluno ou o uso de um dicionário.
2. Definindo o problema	A definição do problema é o objetivo principal durante esta fase. O grupo deve discutir e chegar a um acordo sobre os eventos complicados, que precisam de explicação. Geralmente o conhecimento prévio dos alunos permite que reconheçam o problema, mas não resolvam o problema imediatamente (Problemas podem ser descritos para testar de forma intencional a capacidade dos alunos de reconhecer certos aspectos).
3. Brainstorming	Com base no conhecimento prévio são coletados os conceitos que permitirão estruturar o problema. Cada indivíduo expressa suas ideias de forma livre e sem discussão imediata: é importante não discutir e não comentar as ideias dos outros durante esta etapa, mas coletar muitas ideias (conhecimento prévio). Juntos, os alunos compilarão ideias das circunstâncias subjacentes ao problema (abordagem explicativa) e/ou das implicações decorrentes do problema (abordagem procedimental).
4. Estruturação e hipótese	Esta é a etapa que se constitui como o cerne da análise, a partir das etapas anteriores explica-se o problema com diferentes olhares. Juntam-se as ideias

Passo do PBL	Descrição
	relacionadas, que são então reelaboradas em relação umas às outras. Descartam-se as ideias não relacionadas. Nesta etapa ocorre uma discussão, onde cada membro do grupo apresenta ideias completas sobre o assunto a partir dos seus conhecimentos prévios enquanto os outros membros do grupo, e o tutor, questionam o conhecimento e apresentam explicações alternativas. Como processos colaborativos, o brainstorming e a discussão levam a mais criatividade e produção do que cada membro do grupo poderia gerar sozinho.
5. Objetivos de aprendizagem	O objetivo principal desta etapa é formular objetivos de aprendizagem em que o grupo concentrará suas atividades durante a fase seis. A partir das discussões anteriores: • o grupo chega a um consenso sobre os objetivos de aprendizagem; • o tutor garante que os objetivos de aprendizagem são focados, alcançáveis, abrangentes e apropriados. • A abordagem sistemática e a discussão podem resultar em vários esboços no quadro como possíveis explicações para o problema em trela. No entanto, pela limitação dos conhecimentos prévios dos alunos, poderão surgir perguntas, conflitos e dilemas de ideias. • Uma sugestão é utilizar o mapa conceitual como ferramenta de síntese, fazendo associações, integrando informações e procedendo informações e transferindo-as para o conhecimento de longo prazo, mas, também, uma ferramenta para desafiar novos objetivos de aprendizagem. • O PBL incentiva os alunos a definirem os aspectos conflitantes como objetivos de aprendizagem. Esse estado de dissonância cognitiva, entre o que sei e o que preciso saber para compreender o mundo exterior, é uma condição essencial para o PBL.
6. Buscando informações	Nesta etapa de aprendizagem autônoma, individualizada e fora da sala de aula, devem ser obtidas as respostas às questões evocadas na fase de análise do problema. Os alunos exploram fontes relevantes de conhecimento e, em seguida, reúnem as novas informações, resolvendo os problemas que foram abertos na etapa anterior. O tempo para esta etapa é de dois dias, mas pode ser mais longo. Conforme o estilo de aprendizagem, os alunos podem estudar em pequenos grupos compartilhando saberes. • É importante decidir com antecedência a forma de apresentação da resolução dos problemas: por um indivíduo, por um pequeno grupo ou como discussão de todos os grupos. • Um ponto chave do PBL é dar aos alunos autonomia na busca de seus próprios recursos de informação. É a possibilidade de adquirirem um conhecimento mais aprofundado das teorias que estão na raiz do problema a partir de diversas fontes (livro texto, biblioteca, periódicos, internet etc.).
7. Síntese	O grupo sintetiza e compartilha os resultados do estudo. O tutor verifica a aprendizagem e avalia o grupo. Caso o estudo tenha sido individual os membros do grupo compartilham entre si as informações coletadas. • Na próxima etapa, discutem se adquiriram as explicações além de uma compreensão mais proficiente, precisa e detalhada sobre o que está acontecendo por trás do problema. • Se alguns dos alunos não entenderam bem os problemas, a tarefa dos outros alunos é tentar explicar-lhes como chegaram as suas respectivas conclusões.
8. <i>Feedback</i>	Neste ponto são analisados, com o <i>feedback</i> de todos os alunos, como foi a qualidade do problema, a qualidade do processo de grupo e do desempenho do tutor.

Fonte: Adaptado pelos autores de (BOKONJIC et al., 2009)

2.2.4 Aprendizagem Baseado em Times (TBL - Team Based Learning)

O TBL foi desenvolvido na década de 1970 por Larry Michaelsen, com o intuito de ser usado em turmas grandes de administração e apresenta como fundamentação o construtivismo (MORTIMER, 2016), onde o professor atua como facilitador do ensino em um ambiente que privilegia a igualdade (MICHAELSEN, LARRY K, KNIGHT e FINK, 2004; BOLLELA et al., 2014). O TBL, como outras formas de educação colaborativa, deve estimular os estudantes a um maior engajamento no seu aprendizado através da apresentação de novos conceitos e da resolução de problemas através do debate e de formulações de hipóteses. (SWANSON et al., 2019). Em um módulo de TBL, espera-se que os alunos estejam suficientemente aptos para usar os conhecimentos aprendidos, visando resolver problemas e, conseqüentemente, adquirir novas informações que podem ser usadas no futuro (ROTGANS et al., 2018).

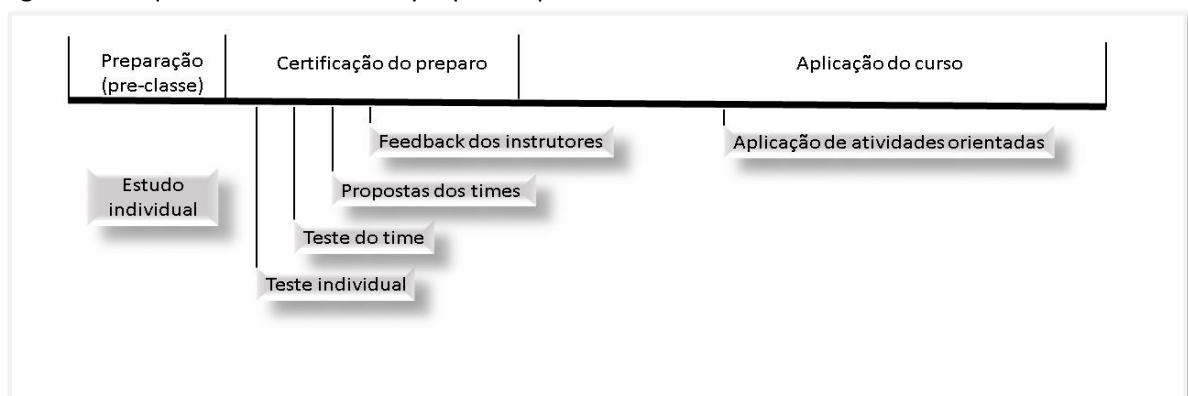
Os educadores têm o desafio de preparar os estudantes para uma sociedade cada vez mais globalizada e atenta às novas tecnologias, conseqüentemente, com objetivos diferenciados. Essa nova geração demanda novos métodos e inovações que por muitas vezes não são atendidas pelas instituições escolares. A partir do uso do TBL, é possível desenvolver um pensamento crítico nos participantes, além de desenvolver habilidades como trabalho em grupo, aplicação dos conhecimentos adquiridos na resolução de problemas reais, divisão do trabalho, melhorar a comunicação dos estudantes, dentre outras habilidades que, cada vez mais, são necessárias no mercado de trabalho (MICHAELSEN, LARRY K, KNIGHT e FINK, 2004; ESPEY, 2018). Porém, é importante ressaltar que os benefícios do TBL, e de outros métodos de aprendizagem ativa, podem ser ampliados com o uso contínuo de atividades colaborativas. Basicamente, deve-se trabalhar de maneira integral, e não apenas em certas ocasiões, a colaboração entre os estudantes (ESPEY, 2018).

Na literatura acadêmica, existem muitos trabalhos demonstrando os benefícios do uso do TBL, em especial na graduação e na pós-graduação (KOLES et al., 2010; CHAD, 2012; ESPEY, 2018; LUETMER et al., 2018; ROTGANS et al., 2018). No entanto, no ensino básico, ainda é muito pouco usado. Em uma pesquisa no portal do ERIC – Educational Resource Information Center (www.eric.ed.gov), que reúne pesquisas publicadas sobre ensino, retorna 4224 artigos quando se faz o cruzamento *“Team AND Based AND Learning”* e

apenas 571 quando se restringe a busca para “*Team AND Based AND Learning AND High AND School*”, destes, nem todos se referem a implementação/análise do TBL no Ensino Médio. No entanto, destes, apenas 160 foram publicados nos últimos cinco anos, demonstrando que o TBL ainda é uma estratégia pouco frequente no ensino básico. Quando acrescentamos a palavra “*Fermentation*”, não encontramos nenhum artigo.

De acordo com (MICHAELSEN, LARRY K. e SWEET, 2008), o TBL é baseado em três etapas (Figura 9): Preparação individual, Verificação do preparo e Aplicação dos conceitos. A primeira etapa consiste no instrutor do módulo de TBL passar algum material de estudo para cada participante que, por sua vez, deverá se preparar individualmente para a atividade que será realizada. Essa preparação pode ser feita através da leitura de artigos, livros, reportagens, visualização de filmes, visita a espaços de ensino não formais, dentre outros. A segunda etapa é avaliar os conhecimentos dos estudantes, obtidos através do estudo individual e a habilidade de resolver questões em grupo. Primeiramente, os participantes resolverão questões através do *Individual Readiness Assurance Test* - IRAT e, posteriormente, realizarão, em grupo, o *Group Readiness Assurance Test* - GRAT. A terceira etapa do TBL, baseia-se em proporcionar aos grupos atividades desafiadoras contendo os conhecimentos trabalhados nas etapas anteriores.

Figura 9 - Sequência de atividades propostas para o TBL



Fonte: Adaptado de (MICHAELSEN, LARRY K. e SWEET, 2008): Tradução livre por Gerlinde Teixeira.

Além disso o TBL apresenta quatro elementos essenciais:

- **Criação dos grupos:** O professor deve supervisionar e gerenciar a formação de grupos de modo a permitir a oportunidade dos alunos se desenvolverem com trocas de informações, a mais rica possível. Para isso, é fundamental a formação

de um grupo com características heterogêneas, no entanto, apresentando uma certa homogeneidade entre os grupos. Cada grupo, idealmente, deve conter de cinco a sete membros garantindo que as habilidades e competências dos estudantes sejam distribuídos igualmente entre os grupos, permitindo, assim, que cada grupo seja capaz de resolver o problema proposto.

- **Responsabilidade:** Os alunos deverão ter responsabilidade em três pontos. Cada aluno deverá:
 - se preparar e estudar de acordo com o combinado com o professor, a falta de comprometimento nesta etapa acaba prejudicando o grupo;
 - contribuir com tempo e esforço para o desenvolvimento da atividade.
 - se responsabilizar pela atividade entregue pelo grupo.
- **Atribuições para cada membro do grupo:** Sabendo que cada integrante do grupo apresenta diferentes habilidades e competências, as tarefas a serem trabalhadas devem ser distribuídas de acordo. É de suma importância o professor comentar a responsabilidade que cada membro do grupo tem durante o processo de resolução do problema pois, a não realização de suas tarefas acabará prejudicando toda a atividade.
- **Feedback:** Como dito anteriormente, a principal função do professor perante a um módulo de TBL é auxiliar os alunos na resolução de algum entrave na resolução do problema. Desta forma, é de suma importância o *feedback* constante e imediato dos assuntos trabalhados nas situações problemas e nos testes.

Para (MICHAELSEN, LARRY K. e SWEET, 2008), as situações-problemas de cada módulo de TBL devem seguir alguns princípios:

- **Devem ser importantes:** Os estudantes deverão realizar problemas reais, contendo situações que poderão encontrar no dia a dia.
- **Mesmo problema:** Os grupos deverão receber o mesmo problema (no máximo variações sobre o mesmo tema).
- **Respostas curtas e objetivas:** Os grupos deverão produzir respostas curtas e objetivas, a fim de facilitar o entendimento perante a outros grupos.
- **Relatos simultâneos:** Os estudantes deverão relatar suas respostas perante a turma.

2.3 A transposição didático-pedagógica

No que tange o entendimento de temas de Biologia, a utilização de estratégias alternativas às tradicionais têm se mostrado eficazes. Embora a experimentação biológica tenha se tornado uma estratégia importante ao longo do século XX e tenha se estendido a todos os ramos das Ciências Biológicas, esta esbarra em problemas estruturais e curriculares das escolas (MARANDINO, 2009), bem como em questões éticas com as proibições de experimentação animal. Muitas escolas não dispõem de um laboratório de

ciência e, quando têm, as aulas são vistas pelos alunos como uma excursão ou quebra da monotonia. Como citado por Marandino (2009), nas escolas, o discurso de que não se pode deixar de ministrar um conteúdo teórico para dar uma aula prática ou que aulas práticas são dispensáveis, é muito comum. Além disso, é comum, no Ensino Médio, se priorizar a preparação para o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) (antes denominado vestibular), sistema de avaliação em que, de um modo geral, não são contempladas as atividades experimentais.

As alegações dos professores, de que é necessário apresentar o conteúdo, vai de encontro com a literatura acadêmica. Em um estudo que comparou aulas tradicionais (G1) com um grupo onde houve a complementação da apresentação do assunto por meio de leitura e figuras (G2) e com outro grupo de alunos cuja complementação foi a construção de modelos tridimensionais (G3), houve uma significativa melhora no rendimento e maior coerência dos conhecimentos trabalhados, onde G3 foi significativamente maior que G2 e G2 significativamente maior que G1 (ROTBAIN, MARBACH-AD e STAVY, 2006). Nossas experiências corroboram com estes achados, de que a utilização de modelos tridimensionais, principalmente para a compreensão de fenômenos invisíveis, como na biologia celular e molecular, é fundamental. É necessário que a academia gere mecanismos que permitam a transposição didática ou recontextualização dos conhecimentos biotecnológicos produzidos por ela para a sociedade em geral (MARANDINO, 2009).

A indústria utiliza os conhecimentos acumulados ao longo da história, gerados na academia ou não, na fabricação de produtos que irão beneficiar a população em geral. Contudo, como avaliar se realmente está beneficiando a população? Ter a capacidade crítico-reflexiva sobre quais produtos usar ou não demanda conhecimento e, para tanto, é importante que esses conhecimentos cheguem até a sala de aula. Essa transferência ou ressignificação de conhecimento é conhecida como Transposição Didática, termo utilizado inicialmente pelo sociólogo Michel Verret em sua tese de Doutorado, e que ficou mais conhecido com a publicação do trabalho do matemático Yves Chevallard (LEITE, 2004; POLIDORO e STIGAR, 2010).

Ao propor a ideia da transposição, Verret discutia que o tempo escolar é dividido entre o tempo do conhecimento e o tempo da didática, onde a didática é a forma como um conhecimento adquirido pelo professor é apresentado para os alunos que ainda não o

dominam. Em síntese, para ele, a apresentação do saber deve ser adaptado às necessidades de quem vai recebê-lo, tornando possível sua apropriação (LEITE, 2004).

Adaptar, no entanto, não significa banalizar, mas sim utilizar uma linguagem adequada à faixa etária ou nível de escolarização. A Transposição Didática é um processo que diminui a distância entre a produção acadêmica de conhecimento e a produção escolar de conhecimento. Nesse processo, o saber científico não passa simplesmente de uma esfera para outra. O saber é modificado de forma que seja apropriado como objeto de ensino a ser usado no ambiente escolar específico para cada nível – ensino fundamental, médio, e de graduação (CHEVALLARD, 1985).

Os saberes e as suas respectivas linguagens acadêmicas são analisados por especialistas como por pedagogos, desenvolvedores de currículos e professores etc. para que seja possível a compreensão destes saberes no ambiente escolar. As diferenças entre o objeto de conhecimento do ponto de vista acadêmico e o objeto do ponto de vista de ser aprendido (ou seja, ressignificado ou transposto) no ambiente da escola básica não deve introduzir deformações no conteúdo. Muitas vezes, embora o professor (a) tenha se formado em uma universidade, ele (a) não é capaz de perceber estas diferenças (BERGSTEN, JABLONKA e KLISINSKA, 2010). Este processo de transformação do conhecimento passa por quatro elementos: descontemporização, naturalização, descontextualização, despersonalização. (CHEVALLARD, 1985; BERGSTEN, JABLONKA e KLISINSKA, 2010) Grande parte do conteúdo é apresentado nos livros didáticos já ressignificado, e a construção do saber se dá, de forma geral, descontextualizado, despersonalizado acreditamos que o acréscimo de fatos históricos e contextualização possa instigar a curiosidade dos alunos, argumentando a favor da interdisciplinaridade. Desta forma os fatos simplificados passam a ter sentido sem, no entanto, ter que devolver a ela toda a complexidade inerente os fatos e achados.

2.4 Ciências, Tecnologias, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM - Science, technology, Engineering, Arts and Mathematics)

Um outro olhar importante na nossa discussão é sobre as possibilidades envolvidas nas atividades integradas no STEAM (Ciências [*Science*], Tecnologias, [*technology*] Engenharia [*Engeneering*], Artes [*Arts*] e Matemática [*Mathematics*]). Este caminho é

empolgante, mas também pode ser “perigoso”, caso não haja compreensão do que o STEAM realmente significa, tanto em sua intenção quanto em sua implementação. Uma definição, com a qual concordamos para a Educação baseada em STEAM é: uma abordagem de aprendizagem que usa Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática como pontos de acesso para orientar a investigação, o diálogo e o pensamento crítico do aluno (SOROKO e MYKHAILENKO, 2019).

Especula-se que países que alfabetizarem seus cidadãos nas áreas do conhecimento STEM serão os líderes mundiais. Atualmente, quase todos os lugares de emprego requerem de seus trabalhadores um pensamento crítico e uma escuta ativa. Os pensamentos característicos das disciplinas STEM, tanto mentais como manuais, estão ficando cada vez mais necessárias para qualquer tipo de emprego (HONEY, PEARSON e SCHWEINGRUBER, 2014). Tanto os conhecimentos matemáticos quanto os da compreensão e expressão oral, são fundamentais na maioria dos empregos. É cada vez menos frequente a empregabilidade de indivíduos onde basta executar bem uma determinada tarefa, como no início do século XX (CARNEVALE e ROSE, 2014).

É preciso ter cidadãos capazes de conectar os conhecimentos e entendimentos da escola para a vida extraescolar, inovar e criar como forma de resolução de problemas, bem como ser capaz de se comunicar de forma eficaz. Infelizmente, não é o que observamos no Brasil. A chamada na página oficial do Ministério da Educação de 03 de dezembro de 2019 “Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em Leitura, Matemática e Ciências no Brasil” complementado por “Os índices estão estagnados desde 2009, apesar de os investimentos em educação básica terem dobrado no período” chama a atenção e nos faz pensar que é preciso repensar o porquê das nossas crianças/adolescentes estarem nos últimos lugares dos rankings internacionais de matemática, ciências e língua materna (MEC, 2019). Lembrando que PISA é o acrônimo para “Programme for International Student Assessment” um estudo comparativo internacional realizado a cada três anos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). A avaliação que deveria ter ocorrido em 2021 foi adiada para 2022 em função da COVID-19 e o resultado desta avaliação ainda não está disponível.

Como seu predecessor STEM, o STEAM também apresenta vários componentes principais. Como uma abordagem integrada (interdisciplinar) de aprendizagem, requer

conexões intencionais em vários pontos do processo de implementação de aulas e do processo educacional propriamente ditos. É preciso ter padrões de qualidade, avaliações bem desenhadas e um design instrucional estimulante. As verdadeiras experiências STEAM envolvem o aprendizado de duas ou mais áreas (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) de forma concomitante. Estão no cerne da abordagem STEAM a ênfase na aprendizagem baseada em processos, a investigação e a colaboração (YUEKMING e MANAF, 2014; SOROKO e MYKHAILENKO, 2019). Como o processo STEAM leva a produção diferenciada de outras formas de aprendizado? Nosso principal ponto de entendimento é a intencionalidade da interdisciplinaridade e o “fazer” ativo, mão-na-massa.

Para atingir o produto desejado, são preconizadas algumas etapas no planejamento de atividades centradas no STEAM, independentemente da área de atuação do professor. Em cada etapa, o professor trabalha com o conteúdo e os padrões artísticos para abordar um problema central ou questão essencial. Estas, embora essenciais para o aprendizado baseado em STEAM, aplicam-se ao preparo de qualquer tipo de atividade educacional: foco; detalhe; descoberta ou aprendizagem; aplicação dos conhecimentos adquiridos; reflexão; socialização com *feedback* e link para novas perguntas e resoluções de problemas (YUEKMING e MANAF, 2014).

Além dos conteúdos e diversas formas pedagógicas, é preciso conhecer e adequar a tecnologia para que se possibilite a aprendizagem adequada por todos os alunos, obviamente, dentro do limite de suas possibilidades. As ações dos professores não podem ser empecilhos para que o estudante alcance todo seu potencial. Como perspectiva nos aprofundaremos no Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK - sigla em inglês para Technological Pedagogical Content Knowledge) um modelo teórico formulado para entender e descrever os tipos de conhecimentos necessários a um professor para a prática pedagógica efetiva em um ambiente de aprendizagem equipado com tecnologia, embora os autores (MISHRA e KOEHLER, 2006) se refiram a tecnologia digital, nos propomos a elevar a proposta a outro nível onde é preciso conhecer quais tecnologias analógicas e/ou digitais se aplicam a cada estilo pedagógico e se adequam ao conteúdo a ser estudado (Figura 10).

The diagram illustrates the TPACK model. It features three overlapping circles: a pink circle for Technological Knowledge (TK), a yellow circle for Pedagogical Knowledge (PK), and a cyan circle for Content Knowledge (CK). The intersections are labeled: red for Technological Pedagogical Knowledge (TPK), blue for Technological Content Knowledge (TCK), and green for Pedagogical Content Knowledge (PCK). The central intersection of all three is labeled Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). All these components are enclosed within a large dashed blue circle labeled Contexts at the bottom.

2.5 Justificativa

Quadro 12 - Correlação das atividades sugeridas para elaboração de atividades STEAM e com a proposição do TBL

69

Etapa	STEAM	TBL
3. Descoberta ou aprendizagem	A partir dos conhecimentos prévios, inicia-se a resolução dos problemas, bem como a definição do porquê que certas ações NÃO funcionarem. A pesquisa ativa envolve o ensino intencional e o professor pode usar esse estágio para analisar as lacunas de conhecimentos dos seus alunos. Neste momento, apresentar caminhos para a resolução do problema através de estratégias, como o uso de perguntas provocativas, pode instigar os alunos a avançarem nos seus conhecimentos.	Fase de avaliação individual e em grupo com o <i>feedback</i> do professor
4. Aplicação	Depois de um mergulho profundo na análise das soluções existentes ou que ainda precisem ser desenvolvidas para a resolução da pergunta/problema, os alunos iniciam a criação de suas próprias soluções para o problema. Neste ponto, eles usam as habilidades, processos e conhecimentos que foram ensinados no estágio de descoberta e os colocam para funcionar.	Etapa semelhante ao STEAM onde ocorre a resolução dos problemas
5. Socialização com <i>feedback</i>	Depois que os alunos criaram suas soluções, é o momento de compartilhar as diversas soluções. É fundamental que haja um <i>feedback</i> por parte do professor e dos seus pares, bem como é importante a autoavaliação dos alunos em relação à questão ou problema em questão. Este é também um momento importante, onde o aluno aprende a receber críticas como também aprende a criticar de forma polida, sem ofensas e deboches.	Etapa final do TBL onde ocorre a socialização dos trabalhos além do <i>feedback</i> dos pares e do professor
6. Link	Com base em toda reflexão, os alunos podem revisar seu trabalho, conforme necessário, e produzir uma solução ainda melhor, ligando os novos conhecimentos a novas perguntas elaboradas por eles ou pelos professores	Semelhante ao STEAM, no TBL a fase final tem como proposta a criação de novas perguntas e desdobramentos

Fonte: Quadro elaborado pelos autores baseado no texto desta tese

Acrescentando mais um elemento estudado neste texto, podemos ver semelhanças entre o STEAM e o PBL também considerando as 7 etapas propostas para sua realização:

- 1) Esclarecimento de termos;
- 2) Definindo o problema;
- 3) Brainstorming;
- 4) Estruturação e hipótese;
- 5) Objetivos de aprendizagem;
- 6) Buscando informações;
- 7) Síntese e
- 8) *Feedback*.

Uma das principais diferenças entre as estratégias de metodologias ativas de aprendizagem, onde a resolução de problemas/projetos é o cerne da problemática, é o

grau de interferência dos professores/tutores. Optamos pelo TBL pelas possibilidades existentes na realidade das nossas escolas, bem como pelo fato de possibilitar a realização de atividades que facilmente podem ser transpostas para a realidade empreendedora que muitos dos egressos do ensino médio terão que enfrentar. Optamos pela fermentação pela miríade de oportunidades que ela oferece para os estudantes. Assim, acreditamos oferecer aos professores, em formação inicial e continuada, experiências que possam ser replicadas com seus estudantes do ensino básico.

Outro ponto que justificou a nossa proposta de pesquisa foi o fato dos livros didáticos não acompanharem a aceleração e dinâmica com que o conhecimento vem sendo produzido pela humanidade (DA SILVA, C. E. A. e SILVA, 2023). Apesar de serem consideradas obras importantes e com grande contribuição na vida escolar, foram observadas lacunas nos livros didáticos que levaram os educadores a terem a consciência de que este não deve ser responsável por conduzir os processos de aprendizagem, e sim servir, principalmente, como apoio, ou ferramenta, de fácil acesso. Podem e devem ser utilizados para potencializar a construção de saberes. Ao abordar especificamente a Biotecnologia, objeto deste estudo, o educador deve lembrar o papel social que há por trás desta temática (FONSECA e BOBROWSKI, 2015). Utilizaremos a título de exemplo a temática dos microrganismos uma vez que se enquadra diretamente no nosso objetivo.

As concepções sobre os microrganismos devem ser introduzidas, preferencialmente através de uma abordagem Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSA), nos programas e nos livros do ensino básico. Considerando que a maioria das crianças traz para a sala de aula concepções acerca dos microrganismos uma visão afastada do real. Com frequência há uma marcada conotação negativa, associando-os a locais sujos, indesejáveis e relacionando-os com atividades nocivas a outros seres vivos. Mas, este é apenas um lado da história. O outro lado, que deve ser apresentada, contém as características benéficas associadas ao papel importante dos microrganismos no nosso cotidiano, relacionadas principalmente com a prevenção da doença, com a produção e preservação dos alimentos, e sua contribuição para a indústria, tecnologia e o ambiente. É claro, que os aspectos negativos associados a este grupo de seres vivos não podem ser negligenciados, mas não podem ser exclusivos. Assim, é importante que sejam desenvolvidas atividades que contribuam para a intervenção que se pretende, a construção de concepções adequadas

sobre a microbiologia logo nos primeiros anos de escolaridade (GONÇALVES, P. M. M., 2013).

Metodologias baseadas no ensino experimental das ciências revelam ser adequadas para promover uma aprendizagem mais completa, bem como eficazes na mudança conceitual de concepções alternativas para aquelas aceitas na academia, contribuindo para o aumento do letramento científico. Ter o conhecimento mais próximo daquele da academia permite que os indivíduos crianças, adolescentes ou adultos, sejam mais reflexivos e autônomos, num mundo cada vez mais exigente e em constante mudança. Conforme (GONÇALVES, P. M. M., 2013)

Após a implementação das atividades, as crianças passaram a identificar os microrganismos como seres vivos microscópicos, capazes de atividade biológica e a reconhecer alguns dos seus benefícios. Os comportamentos relacionados com a higiene pessoal passaram a ser entendidos como importantes para a eliminação de microrganismos nocivos à saúde e não como uma regra a cumprir. A maioria das crianças passou a desenhar os microrganismos próximos do seu aspeto real e abandonou a atribuição exclusivamente negativa atribuída inicialmente. (GONÇALVES, P. M. M., 2013)

Algumas estratégias didáticas, como perguntas desafiadoras, planejamento das análises e construção de fluxograma do trabalho contribuem para o estabelecimento do processo interativo. A realização de discussões/seminários em grupos, durante e após as aulas, também são estratégias que contribuem para o envolvimento de alunos. Análises de temas sócio-científicos e de respostas a questionários reforçam a noção de que essas abordagens, além de potencializar o processo de interação em sala de aula, possibilitou o surgimento de situações vivenciais, discussão de atitudes e valores, e conceitos de Ciência e de Tecnologia. (DOS SANTOS, M. S., AMARAL e MACIEL, 2010). Estes autores citam ainda que intervenções sobre situações de seu cotidiano ou de curiosidades, em relação às atitudes e valores, foram apresentadas pelos alunos, reforçadas pelo professor durante as discussões nas aulas e tiveram desdobramentos econômicos, sociais, políticos e ambientais. Deste modo, proporcionou-se uma abordagem humanística, explorando temas da vivência dos alunos, escolhidos por eles, que puderam emergir nas discussões e introduzir questões de valores e atitudes, como a moral, a ética e outros.

Estudos mostram que alunos, cujas disciplinas foram apresentadas com metodologias ativas, apresentaram conceitos mais completos sobre Ciência e Tecnologia, quando comparado aos resultados de alunos do ensino médio submetidos a um ensino tradicional que apresentaram conceitos de senso comum. Esses resultados evidenciam a importância da inserção de conceitos envolvendo a Ciência, Tecnologia e Saúde (CTS) nos currículos do ensino profissional de nível médio, como condição fundamental para o objetivo da formação da cidadania em cursos que visem à alfabetização científica na perspectiva humanística, reflexiva e crítica. (SEPINI, ALONSO e MACIEL, 2015)

Para que as aulas sejam realmente vinculadas ao cotidiano dos alunos, e os conteúdos sejam desvinculados da abstração, é necessária uma abordagem didática com experimentação, tornando assim, as aulas de química e biologia mais interessantes (DOS SANTOS, P. M. C. et al., 2013). Assim, acreditamos que se justifica o uso dos tipos de Fermentação, de forma contextualizada e interdisciplinar, permitindo a inter-relação dos conceitos científicos, oferecendo estímulo ao aluno, para que ele perceba as suas relações com seu cotidiano; levando em consideração as concepções prévias dos discentes para orientar a construção do módulo de ensino.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a utilização das tecnologias e do conhecimento milenar da produção de alimentos fermentados para o desenvolvimento, análise e avaliação de estratégias ativas de aprendizagem e divulgação de Ciências e Biotecnologia.

3.2 Objetivos específicos

- Analisar as concepções de licenciandos em Ciências Biológicas quanto ao uso de estratégias didáticas que utilizam métodos ativos.
- Analisar as concepções de licenciandos em Ciências Biológicas quanto a interdisciplinaridade envolvida na produção de alimentos fermentados
- Criar modelos didáticos (fascículos da Experimentoteca do Espaço UFF de Ciências) com materiais concretos que estão diretamente relacionados à produção de fermentados.
- Criar um minicurso interdisciplinar com estratégias ativas de ensino que abordam os conhecimentos necessários à produção de alimentos fermentados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Público-alvo.

Graduandos de Biologia e professores em formação continuada (Doutorado em um programa de Ensino).

O projeto de pesquisa, no qual este trabalho se insere, foi aprovado no comitê de ética em pesquisa humana da Universidade Federal Fluminense (UFF), RJ, Brasil, sob o registro número CAAE:17562119.9.0000.5243.

4.2 Cálculo da amostra.

O cálculo de amostra inicial considerou um universo de em torno de 600 licenciandos em Ciências Naturais na UFF, uma expectativa de 10% de interesse e um erro amostral de 5%. Assim o cálculo da amostra preconizaria um $n=109$. No entanto foi utilizada uma amostra de conveniência devido ao período pandêmico. Os graduandos que participaram das atividades propostas foram todos do curso de Ciências Biológicas e os professores em formação continuada eram discentes de um curso de doutorado na área de ensino. Conforme o período, as atividades foram realizadas em aulas presenciais ou foram realizadas no ambiente digital após diversas adaptações. Desta forma, as análises terão números de participantes conforme o momento relatado.

4.3 Levantamento das concepções de licenciandos em Ciências Biológicas e doutorandos da área de Ensino quanto ao uso de estratégias didáticas que utilizam métodos ativos e interdisciplinares.

Para o levantamento das concepções dos licenciandos e professores de um curso de pós-graduação em ensino, sobre métodos ativos de ensino e sua aplicabilidade, foi utilizado um questionário. Incluímos neste, outros aspectos complementares como: as expectativas dos alunos em relação ao curso, a apreciação dos licenciandos quanto à adequação das verificações de aprendizado, qual a influência da conduta do professor sobre sua futura prática de ensino e a importância que atribuem aos diferentes recursos de ensino.

4.4 Levantamento das concepções de licenciandos em Ciências Biológicas quanto à interdisciplinaridade envolvida na produção de fermentados.

Considerando que as diversas etapas da produção de, por exemplo, cervejas, queijos, pães e iogurtes (malteação (maceração, germinação e secagem), moagem, mostura, fervura, resfriamento, inoculação da levedura, fermentação, maturação, filtração, estocagem, envelhecimento, uso de ingredientes e adjuntos etc.) envolvem processos químicos, físicos e biológicos, foi elaborada uma estratégia de levantamento de concepção sobre a interdisciplinaridade deste processo com a utilização de mapas conceituais. Além das ciências naturais envolvidas neste processo, foi avaliado o entendimento dos licenciandos quanto a interdisciplinaridade com as ciências sociais, linguagens e impactos ambientais.

4.5 Desenvolvimento de kit didático de baixo custo para produção de fermentados.

Um kit didático de baixo custo foi desenvolvido, com materiais acessíveis, para visualização de processos em momentos críticos que envolvem fenômenos das ciências naturais, com o intuito de realizar aulas práticas com a produção didática de fermentados. Neste propomos a substituição de vidraria de laboratório por materiais reutilizáveis bem como utensílios de cozinha.

4.6 Criação de um minicurso interdisciplinar com estratégias ativas de ensino que abordam os conhecimentos necessários à produção de fermentados.

Um minicurso composto de seis oficinas relacionadas à produção de fermentados foi desenvolvido, onde foram trabalhados os conhecimentos necessários para simular a montagem de uma empresa de produção de fermentados através do TBL que foi avaliada através de portfólios.

As oficinas foram reavaliadas e otimizadas a cada ciclo de trabalho. Foram realizadas apresentações de oficinas pelos graduandos para alunos do ensino médio, com as adaptações necessárias aos alunos do ciclo básico (oficinas de panificação e laticínios, a química do refrigerante etc.) aplicando os conhecimentos científicos necessários.

4.7 Questionários.

O questionário conhecendo vocês – Graduandos de Biologia - foi aplicado no primeiro dia da disciplina de Instrumentação para o Ensino de Biologia tanto presencial como online durante o período da Pandemia. Sendo um questionário diagnóstico, foi solicitado a todos responderem informando que as respostas seriam analisadas para fins da disciplina e para fins de pesquisa. Quem não concordou em participar não respondeu.

4.7.1 Conhecendo vocês - Graduandos em Biologia

Qual o seu vínculo na graduação

- ☐ Licenciatura - primeiro vínculo
- ☐ Licenciatura – revínculo
- ☐ Bacharelado - primeiro vínculo

Esta disciplina é obrigatória para os licenciandos e optativa para os bacharelandos. Assim pergunto: Por que escolheram a licenciatura ou uma disciplina da licenciatura? _____

Qual o grau de familiaridade que você tem com os métodos de aprendizagem ativa?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
← Muito Baixo						Muito alto →				

Quanto contato você teve com métodos de aprendizagem ativa nas seguintes situações?

	Todas as aulas/atividades	Muito frequente	Frequente	Pouco frequente	Nunca	NSA - Não fui estagiário
Como Aluno no Ensino Fundamental 1						
Como Aluno no Ensino Fundamental 2						
Como Aluno no Ensino Médio						
Como Aluno na universidade						
Como estagiário de PIBID?Residência						
Como estagiário de extensão						

Qual seu grau de conhecimento das metodologias ativas de aprendizagem listadas a seguir?

	Conheço muito bem	Conheço bem	Já ouvir falar	Não conheço
Aprendizagem baseado em problemas				
Aprendizagem baseado em projetos				
Aprendizagem baseado em Times				
Aquário (roda de conversa em que só participa quem está no centro)				
Bilhete de entrada (pergunta sobre os estudos)				
Bilhete de saída (pergunta ou essência da aula)				
Bola de neve (Snow ball) par/pequeno grupo / grande grupo				
Cartões didáticos (Flashcards)				
Clicker (Kahoot, poll everywhere, socrative etc).				
Contação de histórias (Story Telling)				
Gincanas de Biologia com QR code				
Jogos de tabuleiro sobre biologia				
Juri simulado				
Mapas conceituais				
Minuto de silencio (tempo para atualizar o caderno)				
Nuvem de palavras				
Oficinas de ciências				
Portfólio Reflexivo				
Revisão por pares de textos				
Sala de aula invertida (Flipped classroom)				

Quando você usou as metodologias ativas de aprendizagem?

	Como aluno EF	Como aluno EM	Como aluno na universidade	Como Prof/estagiário	Nunca usei
Aprendizagem baseado em problemas					
Aprendizagem baseado em projetos					
Aprendizagem baseado em Times					
Aquário (roda de conversa em que só participa quem está no centro)					
Bilhete de entrada (pergunta sobre os estudos)					
Bilhete de saída (pergunta ou essência da aula)					
Bola de neve (Snowball) par/pequeno grupo / grande grupo					
Cartões didáticos (Flashcards)					

Clicker (Kahoot, pole-everywhere, Socrative etc.).					
Contação de histórias (Story Telling)					
Gincanas de Biologia com QR code					
Jogos de tabuleiro sobre biologia					
Juri simulado					
Mapas conceituais					
Minuto de silencio (tempo para atualizar o caderno)					
Nuvem de palavras					
Oficinas de ciências					
Portfólio reflexivo					
Revisão por pares de textos					
Sala de aula invertida (Flipped classroom)					

Liste outras metodologias ativas de aprendizagem que não foram listadas. Se não conhecer outras informe que não conhece outras _____

Descreva sua opinião sobre a aplicação de metodologias ativas em meios digitais? _____

Qual a sua expectativa com esta disciplina? O que gostaria que fosse abordado além _____ daquilo que está no programa? _____

Deixo aqui um espaço para reflexões livres... Obrigado pelas respostas _____

4.7.2 Questionário Prévio

1. Marque a alternativa correspondente ao seu grau de conhecimento sobre cada assunto:

	Desconheço	Já ouvi falar, mas não sei explicar	Compreendo razoavelmente	Sei o que é
Biotecnologia	☐	☐	☐	☐
Fermentação	☐	☐	☐	☐
Classificação dos Micro-organismos	☐	☐	☐	☐
Contaminação	☐	☐	☐	☐
Microbiota gastrointestinal	☐	☐	☐	☐
Educação Alimentar	☐	☐	☐	☐

2. Da lista da questão 1, escolha 3 assuntos que você mais conhece para explicar o que você entende por cada um.

Assunto escolhido	Eu entendo que é...

Assuno escolhido	Eu entendo que é...
Assunto escolhido	Eu entendo que é...

3. Você gostaria de fazer uma atividade descontraída, em grupo, que abordasse o cotidiano de um Biólogo? _____ Justifique. _____

4.7.3 Questionário Pós Atividade

1. Marque a alternativa correspondente ao seu grau de conhecimento sobre cada assunto:

	Desconheço	Já ouvi falar, mas não sei explicar	Compreendo razoavelmente	Sei o que é
Biotecnologia	☐	☐	☐	☐
Fermentação	☐	☐	☐	☐
Classificação dos Micro-organismos	☐	☐	☐	☐
Contaminação	☐	☐	☐	☐
Microbiota gastrointestinal	☐	☐	☐	☐
Educação Alimentar	☐	☐	☐	☐

2. Da lista da questão 1, escolha 3 assuntos que você mais conhece para explicar o que você entende por cada um.

Assunto escolhido	Eu entendo que é...
Assunto escolhido	Eu entendo que é...
Assunto escolhido	Eu entendo que é...

3. Você conseguiu entender os desafios propostos na atividade?

- ☐ Completamente ☐ Parcialmente ☐ Não entendi

4. Em sua opinião, qual é a importância dos conteúdos abordados nos desafios?

5. Gostaria que outros professores usassem esse método de Ensino? Sim ☐ Não ☐
Justifique: _____

6. Como essa atividade prática contribui para a sua formação como cidadão?

4.7.4 Garantia de preparo da estratégia TBL (questionário desenvolvido para a turma de instrumentação para o ensino de biologia)

1 – O que é a aprendizagem baseada em equipes?

-  Uma metodologia ativa para obter os benefícios do trabalho de pequenos grupos aplicado em grandes classes de estudantes.
-  É uma estratégia de ensino pautada em representantes de grupo escolhidos pelas equipes, formadas ao acaso.
-  Consiste em estudos individuais escolhidos pelos próprios alunos para serem trabalhados à distância
-  É uma estratégia de ensino criada para o distanciamento social como forma de aulas não presenciais

2 – Em que consiste uma aprendizagem significativa?

-  Aprendizagem que gera relações com as experiências e os conhecimentos prévios próprios no decorrer do processo de ensino
-  Consiste em ensinar o significado epistemológico de cada conceito trabalhado em sala de aula
-  É a transmissão de conhecimento passado através de metodologias de ensino bem estabelecidas e aceitas pela comunidade de educadores
-  Aprender o significado das palavras utilizadas e suas aplicações na construção de textos acadêmicos para a produção de artigos científicos

3 – Marque a opção que melhor descreve o aspecto crítico para implementar com sucesso a aprendizagem baseada em equipe.

-  A colaboração dos estudantes, o sucesso depende de uma boa interação entre as equipes.
-  Conflitos entre membros, a discordância entre os estudantes aumenta a produtividade.

- ✚ Customizar o processo, modificando qualquer das etapas previstas para uma sessão completa de TBL.
- ✚ A estratégia pedagógica de uma aula expositiva deve ser adaptada de forma a se manter centrada no professor, para uma atividade do tipo TBL

4 – Quais são as etapas para se organizar uma atividade utilizando o TBL e sua sequência correta?

- ✚ Preparação; Garantia de preparo; Conceitos; avaliação.
- ✚ Conceitos; Preparação; avaliação; Garantia de preparo.
- ✚ Garantia de preparo; avaliação; preparação; conceitos.
- ✚ Preparação; Avaliação; garantia de preparo; conceitos.

5 – Como é a avaliação dos estudantes no TBL?

- ✚ Os alunos são avaliados pelo seu desempenho individual e pelo resultado do trabalho em grupo, além de se submeterem à avaliação entre os pares, o que incrementa a responsabilização.
- ✚ Consiste em duas avaliações, uma inicial para nivelamento de conteúdo e outra, ao final, para análise do desenvolvimento e aprendizado.
- ✚ É feita de forma tradicional, sem grandes diferenças de um ensino padrão com a intenção de não causar confusão e/ou estranheza aos alunos com a estratégia ativa.
- ✚ São três etapas (ou quatro) que dividem o conteúdo trabalhado, primeira avaliação, segunda avaliação, e avaliação final e, caso necessário, uma quarta avaliação para recuperação.

6 – Quais critérios devem ser considerados para formação das equipes no TBL?

- ✚ Coesão, diversidade e recursos.
- ✚ Vínculos, amizade e cumplicidade.
- ✚ Classes sociais, poder aquisitivo e crenças.
- ✚ Inteligência, competência e proatividade

7 – Sobre os alimentos fermentados, pode-se dizer que:

- ✚ São produtos da transformação causada por microrganismos, produzindo nutrientes e aumentando a biodisponibilidade de minerais, vitaminas e aminoácidos dos alimentos
- ✚ Oferecem risco à saúde se consumidos, já que a fermentação é um processo de decomposição dos alimentos.
- ✚ São menos seguros de serem consumidos do que os alimentos in natura, uma vez que a fermentação pode gerar possíveis compostos tóxicos se feitos sem conhecimento
- ✚ É necessário que se tenha equipamentos, local e treinamentos especializados para que se possa produzi-los, pois não são simples de fazer.

8 – Marque a alternativa que contenha apenas alimentos que passam por processos de fermentação em suas produções

- ✚ Pão, pizza, shoyu e iogurte

- ✚ Chucrute, vinho, chocolate e tampeh
- ✚ Cerveja, café, queijo e salame
- ✚ Todas as alternativas

9 – Como a cultura germofóbica atual pode nos causar problemas de saúde física e mental?

- ✚ Desequilibrando a microbiota gastrointestinal através de alimentos estéreis e ultra processados, antibióticos e assepsia exagerada
- ✚ Através da limpeza e manutenção de ambientes e alimentos
- ✚ Nos isolando de todos e quaisquer microrganismos presentes no ambiente e alimentos
- ✚ Pela contaminação hospitalar e geração de superbactérias pelo uso de antibióticos

10 – O que quer dizer “A fermentação como força coevolucionária”?

- ✚ Que os organismos fermentativos existiam antes de nós e evoluímos juntos, criando relações ecológicas profundas
- ✚ Que são nossos aliados na luta contra a obesidade
- ✚ Que alimentos fermentados são a cura de nossas doenças
- ✚ Que produzir fermentados reforça o poder evolutivo, devido as relações simbióticas existentes

11 – Qual o principal fator para que ocorra o processo de fermentação?

Quantidade de glicose disponível

Ausência ou presença de oxigênio

Presença de mitocôndrias

Ácidos láctico e acético no meio

12 – O processo de fermentação como gerador de energia é:

- ✚ Menos eficiente do que a respiração com produtos energéticos
- ✚ Mais eficiente do que a respiração por não precisar de oxigênio
- ✚ Uma alternativa de uso da glicose na ausência de oxigênio
- ✚ A forma que os organismos sem mitocôndrias fazem respiração

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

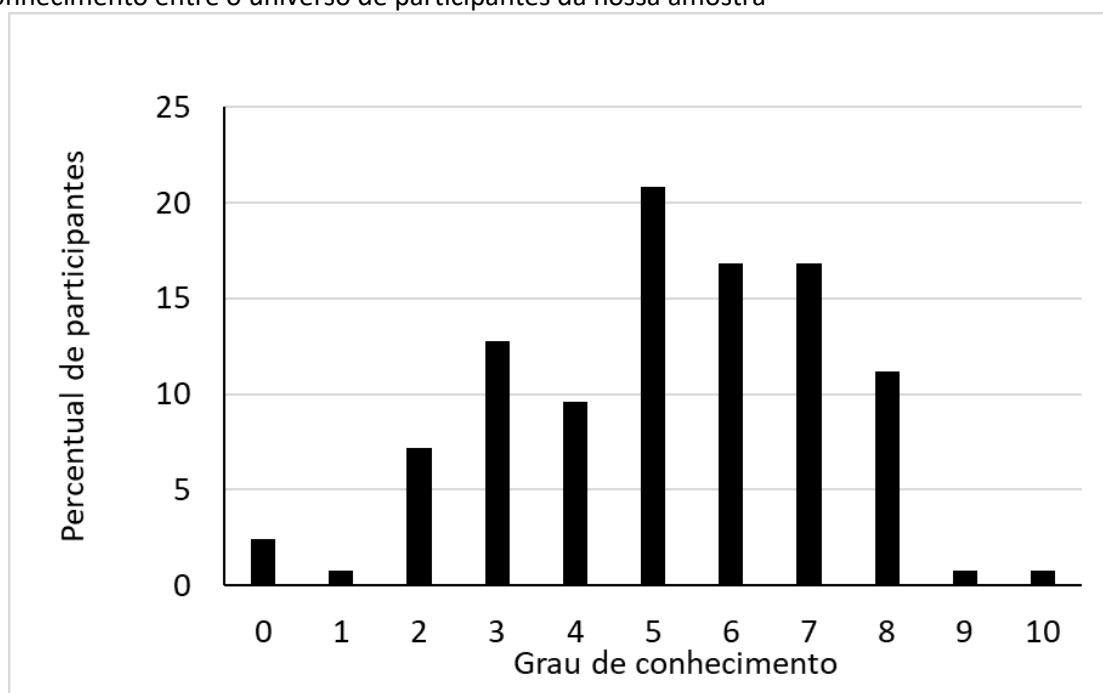
5.1 Perfil dos participantes

Iniciaremos apresentando o perfil dos participantes das atividades da disciplina de Instrumentação para o Ensino de Biologia (IEB) e Doutorandos em Ensino. Para isso foi solicitado que os participantes respondessem um questionário contendo diversas perguntas diretas utilizando escalas de Likert.

5.1.1 Qual o grau de familiaridade que você tem com os métodos de aprendizagem ativa?

Quando perguntado a percepção do grau de familiaridade com métodos de aprendizagem ativa, verificamos uma distribuição normal, apresentado através de uma escala psicométrica que varia de 0 a 10, portanto com 11 possibilidades de respostas. Consideramos que a atribuição das notas 0 ou 1 significa não conhecer nada sobre os métodos de aprendizagem ativa; 2 ou 3 conhecer muito pouco, as notas 4, 5 ou 6 ter um conhecimento intermediário; 7 ou 8 conhecer bem os métodos ativos e 9 ou 10 conhecer muito bem as diferentes estratégias de aprendizagem ativa. Observamos que 3,2% da amostra informou não conhecer os métodos de aprendizagem ativa, 20,0% informaram conhecer pouco as estratégias, 47,2% têm conhecimento intermediário, 28% conhece bem os Métodos ativos e apenas 1,6% conhece muito bem (Figura 11).

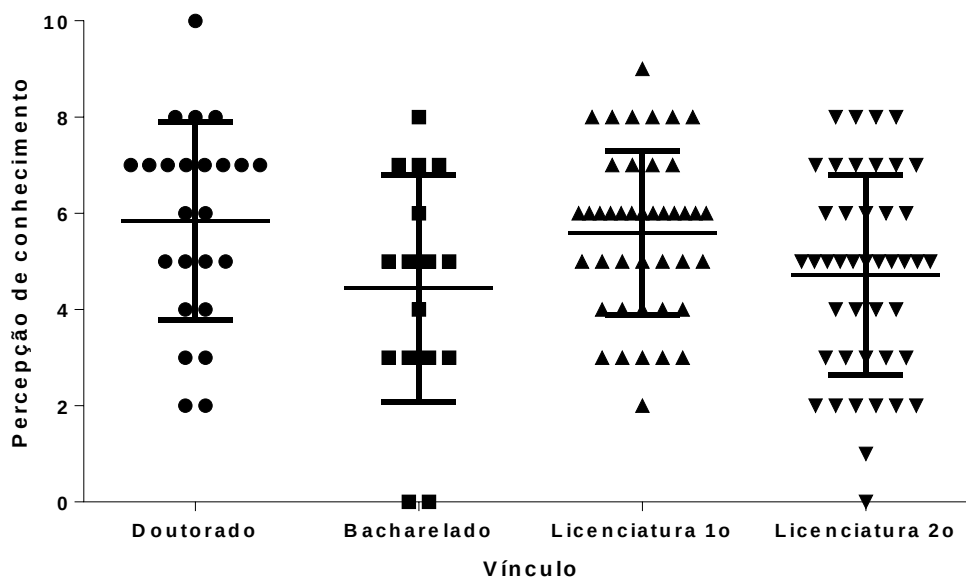
Figura 11 - Distribuição da autopercepção do grau de conhecimento sobre Métodos ativos de conhecimento entre o universo de participantes da nossa amostra



Fonte: síntese dos dados recolhidos de 125 questionários aplicados aos participantes desta pesquisa e compilados pelos autores

Nossa amostra foi composta por 125 participantes dos quais 24 são alunos de Doutorado na área de ensino, 16 alunos bacharelados em Ciências Biológicas cursando a disciplina de IEB como disciplina optativa, 43 licenciandos de 2º vínculo, tendo realizado o Bacharelado como 1ª opção e a licenciatura como 2ª opção e 42 licenciandos de 1º vínculo, ou seja, aqueles que escolheram a licenciatura como opção no ENEM. Ao analisar a percepção destes 4 subgrupos não observamos diferenças significativas entre eles) $P > 0,05$ Anova comparando os 4 grupos entre si (Figura 12). Como não há diferença estatística entre os 4 grupos, deste ponto em diante, trataremos os dados sem a separação por categorias a não ser que especificado de forma diferente.

Figura 12 - Distribuição da autopercepção do grau de conhecimento sobre Métodos ativos de conhecimento entre as categorias de participantes



Fonte: síntese dos dados recolhidos de 125 questionários aplicados aos participantes desta pesquisa distribuídos pelas categorias Doutorado (n=24), Bacharelado (n=16), Licenciatura 1º vínculo (n=42) e licenciatura 2º vínculo (n=43)
Dados compilados pelos autores

5.1.2 Experiência com aprendizagem ativa ao longo da escolaridade

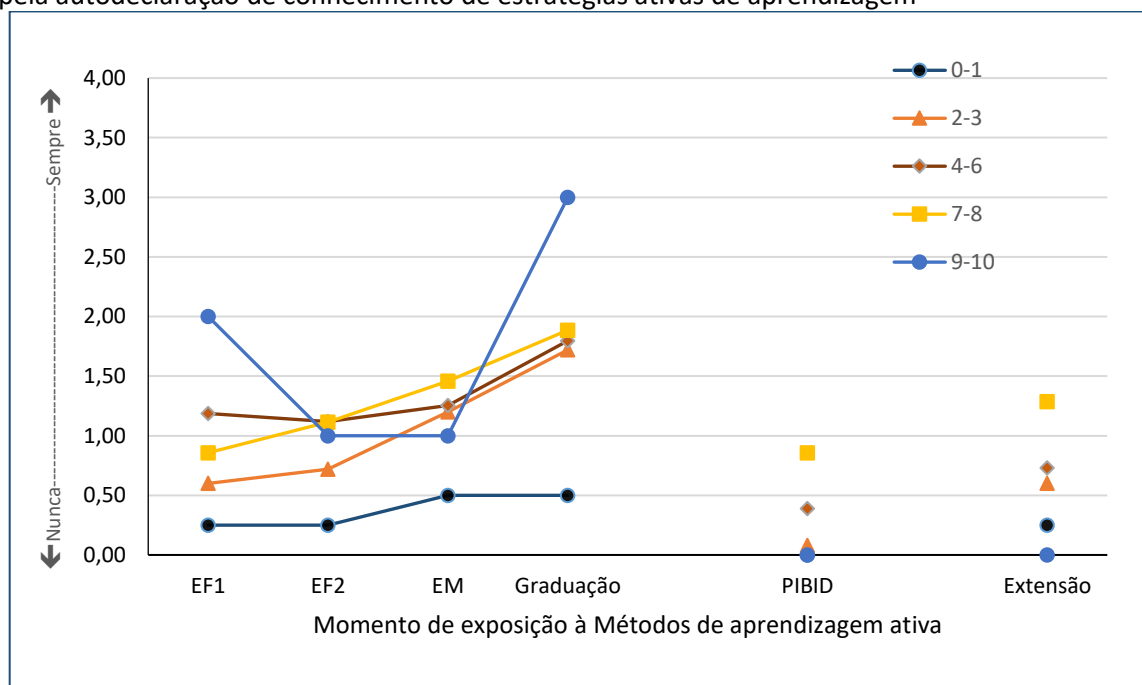
A próxima análise realizada, através de uma escala de Likert, foi associar o grau de percepção do conhecimento sobre métodos de aprendizagem ativa usando a mesma distribuição anterior (notas 0 ou 1 - não conhecer os métodos de aprendizagem ativa; 2 ou 3 conhecer muito pouco, 4, 5 ou 6 ter um conhecimento intermediário; 7 ou 8 conhecer bem e 9 ou 10 conhecer muito bem os métodos de aprendizagem ativa) com a frequência usada no Ensino fundamental 1 (EF1 - até o 5º ano), Ensino fundamental 2 (EF2 - do 5º ao 9º ano), Ensino Médio (EM) e/ou Graduação bem como saber se usaram como estagiários do PIBID/Residência Pedagógica (PIBID) ou de projetos de Extensão (P-Ext)

Considerando 125 participantes que passaram pelas fases do ensino fundamental até a graduação e temos a possibilidade de 500 respostas. Destas a maioria (65,0%) nunca teve experiência com métodos de aprendizagem ativa (22,4%) ou teve experiência, mas com frequência pequena (42,6%). Em torno de um quarto (24,6%) informou que teve experiência frequente e apenas 10,4% informaram que suas experiências com métodos de aprendizagem ativa eram muito frequentes ou em todas as aulas.

Transformamos os valores descritivos em numéricos onde: Nunca = 0; pouco frequente = 1; Frequente = 2; Muito Frequente = 3 e Todas as aulas = 4 e calculamos a média conforme os extratos de auto apreciação para visualizar onde os participantes foram expostos as estratégias de aprendizagem ativa.

É possível observar uma coerência dos dados onde aqueles que informaram que conhecem pouco (0-1) tiveram pouco contato com as estratégias de aprendizagem ativa ao longo de sua formação. Aqueles que informaram que tem um conhecimento intermediário (grupos 2-3; 4-6 e 7-8) mostraram que as estratégias ativas de aprendizagem foram mais frequentemente utilizadas ao longo da escolarização. O último grupo (que conhece muito bem as estratégias ativas de aprendizagem) teve apenas 2 integrantes e suas respostas foram discrepantes, não havendo possibilidade de análise. Chama a atenção a baixa frequência da utilização de estratégias ativas de aprendizagem nas atividades do PIBID/Residência Pedagógica e nas atividades de extensão universitária considerando o público participante deste trabalho – todos associados ao Instituto de Biologia (Figura 13)

Figura 13 - Frequência de atividades ativas ao longo da escolarização dos participantes estratificado pela autodeclaração de conhecimento de estratégias ativas de aprendizagem



Fonte: síntese dos dados recolhidos de 125 questionários aplicados aos participantes desta pesquisa distribuídos pelos estratos de conhecimento sobre estratégias de aprendizagem ativa (notas 0 ou 1 - não conhecer os métodos de aprendizagem ativa; 2 ou 3 conhecer muito pouco, 4, 5 ou 6 ter um conhecimento intermediário; 7 ou 8 conhecer bem e 9 ou 10 conhecer muito bem os métodos de aprendizagem ativa)
Dados compilados pelos autores

Considerando apenas a exposição as estratégias ativas de aprendizagem durante a graduação chamam a atenção algumas discrepâncias. Um participante declara que desconhece as estratégias de aprendizagem ativa, mas informa que todas as aulas durante a graduação utilizaram métodos de aprendizagem ativa. Analisando o padrão de resposta dada por este participante observa-se que a pessoa preencheu esta parte do formulário de forma aleatória portanto este dado não foi considerado para futuras análises. Outro participante informou que teve contato com estratégias de aprendizagens ativas em toda sua formação, e conhece de forma intermediária esta forma de aprendizagem. Considerando que na graduação em Ciências Biológicas esta não é uma realidade é possível que este participante não tenha respondido com seriedade ao questionário.

Quando analisamos apenas os dados dos graduandos dos cursos de Ciências Biológicas (n=101 participantes) observamos discrepâncias quanto ao entendimento do que é frequência ou o que consideram estratégias de aprendizagem ativa independente do estrato de autodeclaração do conhecimento sobre estas estratégias. Dois por cento dos participantes responderam que nunca foram envolvidos com estratégias de aprendizagem ativa enquanto 31,7% informaram que houve pouca exposição a essas estratégias, 48,5% informaram que eram frequentes e 15,8% muito frequentes. Os últimos dois por cento são aqueles que responderam de forma discrepante (Tabela 1)

Tabela 1 - Distribuição da frequência de estratégias de aprendizagem ativa durante a graduação em ciências Biológicas (licenciatura e Bacharelado) dos graduandos estratificado pela autodeclaração de conhecimento de estratégias ativas de aprendizagem

	Nunca	Pouco frequente	Frequente	Muito frequente	Todas as aulas
0-1	2	2	0	0	0
2-3	0	11	7	3	0
4-6	0	14	28	8	1
7-8	0	5	14	4	1
9-10	0	0	0	0	0
Total	2	32	49	16	2

Fonte: síntese dos dados recolhidos de 101 questionários aplicados aos participantes graduandos em Ciências Biológicas desta pesquisa distribuídos pelos estratos de conhecimento sobre estratégias de aprendizagem ativa (notas 0 ou 1 - não conhecer os métodos de aprendizagem ativa; 2 ou 3 conhecer muito pouco, 4, 5 ou 6 ter um conhecimento intermediário; 7 ou 8 conhecer bem)

5.1.3 Conhecimento específico sobre estratégias de aprendizagem ativa

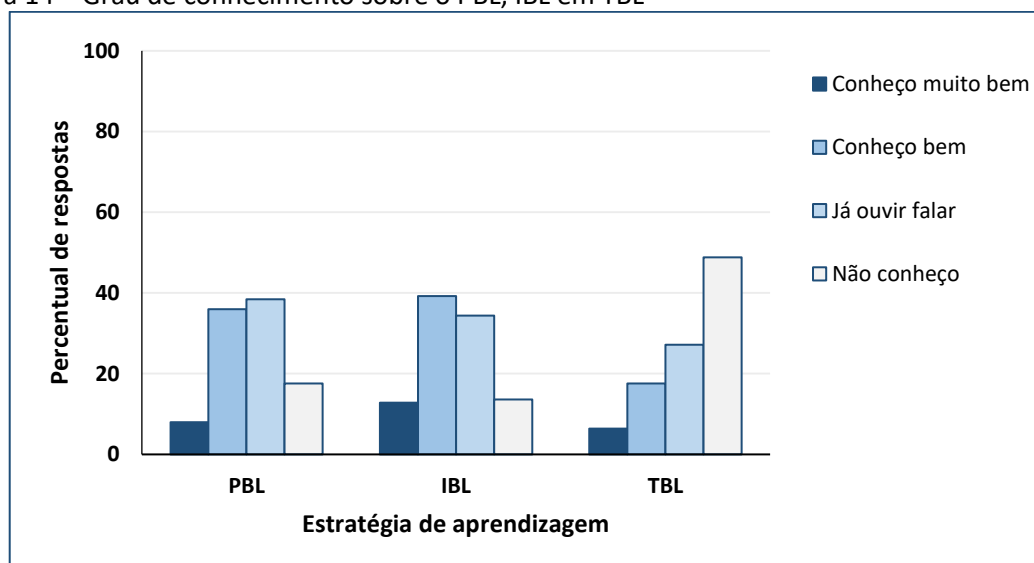
Elencamos 20 estratégias/métodos que estimulam a aprendizagem ativa e ou a interatividade entre estudantes ou entre os estudantes e o professor entre uma lista de

mais de 200. Algumas destas já foram apresentadas na nossa fundamentação teórica e, portanto, só citaremos aqui.

5.1.3.1 PBL, IBL & TBL

A Aprendizagem baseado em problemas (PBL) a Aprendizagem baseado em projetos ou investigativa (IBL); Aprendizagem baseado em Times (TBL) são técnicas muito bem descritas com roteiros explícitos que de uma forma geral são seguidos como descritos por seus respectivos criadores. É possível observar nos nossos dados que, se agruparmos em apenas duas categorias (conhece ou não conhece), temos a seguinte distribuição. O PBL é conhecido por 44% dos participantes, o IBL por 52% e o TBL por 24% demonstrando que provavelmente no ensino Básico há mais aprendizagem por investigação do que PBL e/ou TBL. Figura 14

Figura 14 – Grau de conhecimento sobre o PBL, IBL em TBL



Fonte: síntese dos dados recolhidos de 125 questionários aplicados aos participantes desta pesquisa e compilados pelos autores

5.1.3.2 Bilhetes de entrada e saída e minuto de silêncio

Algumas estratégias além estimular a reflexão e a aprendizagem ativa, mesmo em um contexto de um ensino tradicional, podem ser interessantes como formas de avaliação, como, por exemplo, os bilhetes de entrada e bilhetes de saída. Uma outra estratégia, minuto de silêncio do docente, permite ao aluno realizar uma pequena síntese daquilo que foi falado. Observamos que embora muito simples e com nenhum custo de recursos tecnológicos digitais ou verba adicional estas técnicas são pouco conhecidas e, portanto,

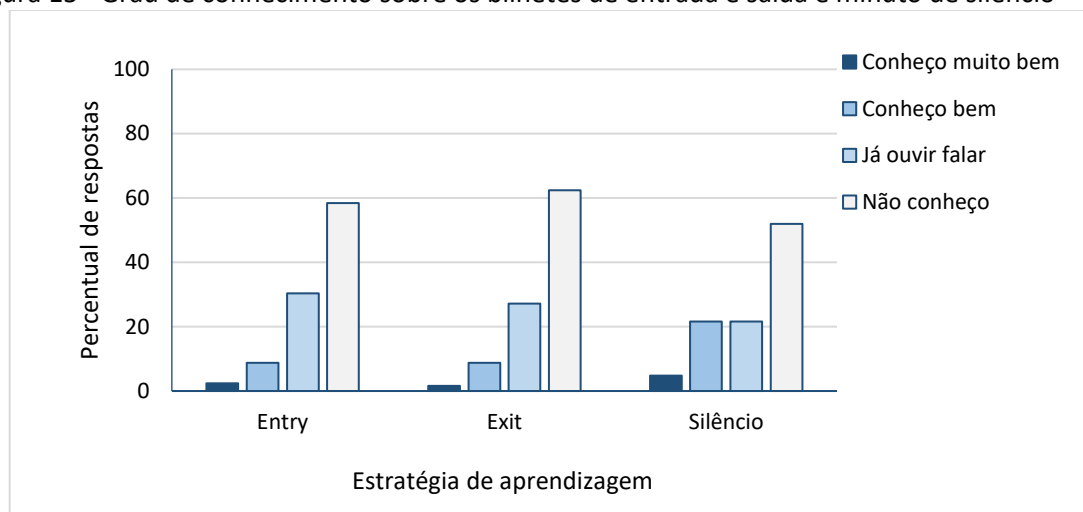
utilizadas. A maioria dos participantes da pesquisa desconhece as três estratégias (Bilhete de entrada – 58,4%; Bilhete de saída – 62,4% e Minuto de Silêncio – 52,0%) (Figura 15).

Ao usar o Minuto de Silêncio o docente deve informar aos seus discentes que vai parar em momentos críticos da sua aula para a reflexão dos alunos, e deixar claro que nestes momentos eles terão um tempo de sintetizarem aquele conteúdo e/ou atualizarem seus cadernos. Como desdobramento pode-se utilizar algumas estratégias como: compartilhar com o vizinho (*Think-pair-share*) sua síntese e ver se chegaram a compreensões semelhantes/iguais; elaborar uma pergunta para ser apresentada ao professor ou ainda o preparo para o bilhete de saída.

O bilhete de saída pode ser construído de diversas formas. Pode ser a síntese construída ao longo dos minutos de silêncio durante a aula do professor; ou no último “minuto de silêncio” da aula o docente solicita uma síntese de todo conteúdo ou se o professor não usar a estratégia do minuto de silêncio pode finalizar sua explanação 5 a 10 minutos antes e solicitar que os alunos sintetizem a mensagem mais importante da aula. Esta síntese, bilhete, deve ser entregue ao professor ou depositado em uma urna na saída da aula. Para que o professor possa dar um *feedback* personalizado ou usar os bilhetes de saída como avaliação formativa é interessante que sejam identificados, mas em situações em que se perceba que assuntos polêmicos ou constrangedores estejam gerando dúvidas ou conflitos estimula-se que os bilhetes de saída sejam anônimos e o professor apenas registra quem fez ou não a entrega.

A estratégia do bilhete de entrada tem um formato distinto, os discentes devem apresentar suas dúvidas em formato de pergunta, contextualizada no conteúdo da unidade de estudos ou em tópicos que dificultam o entendimento da respectiva unidade. Conforme os alunos vão entregando seus bilhetes o docente deve organizando as dúvidas e ter planejado um tempo específico para responder aos alunos. É muito importante a explanação da importância de se construir perguntas e exercitar com os alunos esta habilidade.

Figura 15 - Grau de conhecimento sobre os bilhetes de entrada e saída e minuto de silêncio



Entry = Bilhete de entrada; Exit = Bilhete de saída; Silêncio= Minuto de silêncio

Fonte: síntese dos dados recolhidos de 125 questionários aplicados aos participantes desta pesquisa

Dados compilados pelos autores

5.1.3.3 Estratégias de escuta ativa

Uma forma de aprendizado ativo é a escuta ativa. Questionamos aos alunos o seu grau de conhecimento sobre três estratégias possíveis. O aquário (*fishbowl*) a bola de neve (*snowball*) e a contação de histórias (*story telling*). Destes três o mais conhecido é a contação de histórias com 36,0% dos participantes informando que conhecem bem ou muito bem esta estratégia e outros 40% que já ouviram falar. Por outro lado, mais da metade dos participantes desconhecem as estratégias do aquário (58,4%) e da bola de neve (56,0%). Discutiremos um pouco de cada estratégia. Observa-se que os participantes deste trabalho foram expostos a poucas variações e/ou momentos de escuta ativa, discussão e reflexão.

Conversando com os estudantes durante o *feedback* dos questionários vários informaram que para eles a contação de história era uma estratégia a ser utilizada apenas para a pré-escola. Mas lembrando nossa própria história cada um de nós deve se lembrar daquele professor ou professora que narrava o conteúdo de forma a manter a nossa atenção. Esta pessoa, de forma intencional ou não, utilizava técnicas de contação de histórias. Sua narrativa captava o interesse dos alunos.

HOWE e JOHNSON (1992) em seu livro "*Storytelling in the classroom*" sugerem que existem diversas maneiras de usar a narrativa em aulas de ciências (Biologia, Química e Física). Pode-se

- Iniciar uma aprendizagem baseada em problemas ou investigação através da apresentação de um problema científico na forma de uma história.
- Fornecer explicações científicas acessíveis para processos complexos utilizando metáforas por exemplo.
- Incorporar elementos de interesse atual (da vida real - que as pessoas enfrentam em suas vidas cotidianas) às questões científicas.

Na nossa experiência, a utilização de técnicas de contação de história para dar vida a fatos da História da Ciência, permite esclarecer a origem de termos científicos e a razão para o uso de expressões do cotidiano, que nas ciências podem ter significados distintos. Outra forma de sucesso é comparar a evolução dos conceitos ao longo do tempo associado à evolução tecnológica que permitiu o esclarecimento de fatos cada vez mais detalhados.

Na história da Ciência associada à fermentação, vários fatos podem ser trazidos para a sala de aula, daremos apenas dois exemplos:

- Estimular a desvendar polêmicas - a ingestão de Amarula fermentada pelos elefantes africanos pode ou não causar embriaguez.
- Narrar a associação de eventos - descoberta dos microrganismos por Leeuwenhoeck; sua associação à perda de toneis de vinho (que avinagravam); a forma como foi realizada a demonstração de que não existe geração espontânea entre muitas outras histórias ou narrativas possíveis.

A técnica de aquário foi inspirada nas aulas demonstrativas onde alunos de medicina assistiam cirurgias ou dissecções através de um teto de vidro da sala de cirurgia. Seus autores (grupo de pesquisa do Problem Based Learning Laboratory (PBL Lab) da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade de Stanford) (<http://pbl.stanford.edu/index.html>). A técnica consiste em organizar as cadeiras da sala de aula em dois ou três círculos concêntricos (de modo a acomodar todos os estudantes).

Para iniciar a dinâmica é preciso explicar como funcionará a atividade.

1. Definição do objetivo da roda de conversa: por exemplo discutir o que foi lido na tarefa que o professor enviou para casa (sala de aula invertida), revisar o conteúdo do bimestre, apresentar um protótipo sendo desenvolvido pelos alunos etc.
2. Convite para preencherem as cadeiras do círculo de dentro (o aquário propriamente dito) estes são os que iniciarão a discussão.
3. Convite para preencherem as cadeiras do círculo de fora: Quando todas as cadeiras de dentro, menos uma, estiverem preenchidas peça para que os demais alunos sentem no(s) círculo(s) de fora. Estes terão a tarefa da escuta ativa.

4. Informar que quando queiram entrar no debate, devem se levantar em silêncio, sentar-se no círculo de dentro e fazer suas ponderações.
5. Como uma cadeira deve estar sempre vazia é necessário que quando alguém entra, outro precisa se voluntariar a sair.
6. Estabelecer o tempo da discussão por tópico, projeto ou situação objeto de análise pelos estudantes.

Uma variação sobre a forma de alternar os estudantes é a determinação pelo professor de quem entra e quem sai (esta estratégia é interessante até que os alunos se familiarizem com a estratégia). Se o objetivo for a apresentação dos trabalhos que os estudantes estão desenvolvendo pode-se ter no círculo de cadeiras centrais o número equivalente ao número de componentes do grupo mais três de modo que em cada momento tem-se dois externos contribuindo com a construção da ideia proposta.

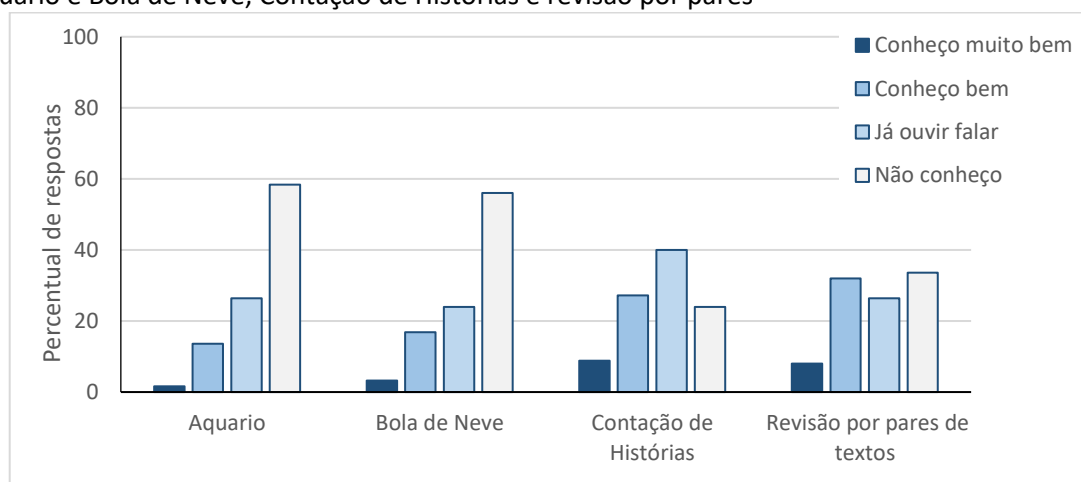
A estratégia da Bola de neve (Snow ball - indivíduo / par / pequeno grupo / grande grupo) é um desdobramento da proposta cujo nome é *think-pair-share* ou pense-parei-compartilhe onde é dado um problema ou um tema gerador a todos os estudantes que têm alguns minutos para desenvolver as suas propostas de forma individual. Terminado o tempo o professor pede que cada aluno de junte a outro (formando pares) e peça que cheguem a um consenso com relação as soluções propostas (até este ponto) a técnica da bola de neve avança mais uma ou duas rodadas. Terminado o tempo cada dupla deve se juntar a outra dupla formando um quarteto que novamente deve chegar a um consenso. Se a turma for pequena um representante de cada grupo apresenta para a classe suas soluções, por outro lado se a turma for grande junte os quartetos em grupos de 8 e então apresente o consenso final.

Em nossa experiência esta estratégia é eficiente tanto na escuta ativa como é uma forma de aprendizado por pares. A argumentação necessária para que seja possível chegar a consensos com grupos cada vez maiores precisa de aprimoramento e de reflexão crítica que são habilidades necessárias no mundo contemporâneo.

Outra estratégia que leva a aprendizagem por pares é a revisão por pares ou revisão *ad hoc* quando não se sabe quem está avaliando quem. Nossa experiência é que quando há um gabarito claro, quanto aos critérios a serem utilizados durante a avaliação, ao realizar a tarefa de avaliar o outro ocorre uma autoavaliação do trabalho autoral. Esta estratégia é utilizada desde o início dos anos 2000 no Programa de Pós-Graduação em

Patologia durante as atividades dos seminários de acompanhamento de projetos. Alunos veteranos avaliam o andamento das teses e dissertações de seus calouros. Os ganhos com esta atividade são: o amadurecimento, no seu próprio trabalho, o aprendizado de como dar uma devolutiva (*feedback*) construtiva, construção de uma rede de cooperação estabelecendo ainda na academia colaborações com colegas da pós-graduação (TEIXEIRA, G. A. P. B., 2023)

Figura 16 - Grau de conhecimento sobre métodos ativos de aprendizado como: Discussão em Aquário e Bola de Neve, Contação de Histórias e revisão por pares



Fonte: síntese dos dados recolhidos de 125 questionários aplicados aos participantes desta pesquisa
Dados compilados pelos autores

5.1.3.4 Estratégias que se valem da sala de aula invertida

O grau de conhecimento dos participantes sobre a sala de aula invertida (*Flipped classroom*) é relativamente alta atingindo 53,6% entre os que conhecem muito bem (19,2%) e os que dizem conhecer bem (34,4%). Entre todas as estratégias apresentadas esta é a 3ª mais conhecida pelos estudantes, embora tenham avaliado em uma roda de conversas que esta atividade não funciona. (Figura 17)

Uma definição para a sala de aula invertida é "*eventos que tradicionalmente ocorreriam dentro da sala de aula agora ocorrem fora da sala de aula e vice-versa*" (LAGE, PLATT e TREGLIA, 2000). Para que isto possa ocorrer é necessário que as "aulas" ou seu equivalente estejam disponíveis para que os estudantes possam interagir com o material adquirindo os conceitos propostos nos objetivos educacionais da unidade. A sala de aula

invertida NÃO é apenas a inversão da ordem de acontecimentos, ou seja, os estudantes estudam seus livros textos antes das aulas. (LAGE, PLATT e TREGLIA, 2000)

Os participantes desta pesquisa que compuseram o grupo de graduandos (16 bacharelandos e 85 licenciandos) de quatro turmas diferentes informaram que foram apresentados à sala de aula invertida fazendo seminários, como relata um participante com a seguinte fala:

...cada grupo estuda seu tópico e depois dá um seminário para o resto da turma...e que na verdade terminava por ser uma aula tradicional proferida por seus colegas e não o professor especialista...

Uma definição mais elaborada para a sala de aula invertida é:

... uma pedagogia apoiada pela tecnologia que consiste em dois componentes: (1) instrução individual direta baseada em computador fora da sala de aula por meio de palestras em vídeo e (2) atividades interativas de aprendizado em grupo dentro da sala de aula.(BISHOP e VERLEGER, 2013)

Para BISHOP e VERLEGER (2013) o uso de videoaulas autorais (do professor) e/ou vídeos instrutivos do YouTube, Podcast etc. é fundamental uma vez que ouvir a síntese de um especialista é diferente da leitura de textos básicos por um iniciante. Isto significa que o estudante assistirá ou ouvirá aulas antes das atividades obrigatórias em classe presenciais e que estas devem ser regulares e não atividades opcionais. As atividades intraclasse devem ser desafiadoras para que os estudantes não só coloquem seus conhecimentos em prática como também possam exercitar habilidades e competências como a de resolução de problemas. Desta forma a experiência relatada pelos graduandos NÃO é uma sala de aula invertida. As estratégias em sala de aula podem ser muito diversificadas como algumas que já discutimos como o TBL, PBL, IBL, discussão em bola de neve, ou ainda em aquário ou como o júri simulado, Gincanas de Biologia com QR code, Jogos de tabuleiro sobre biologia, Clicker (Kahoot, poll everywhere, socrative etc.) que apresentaremos a seguir.

Quando perguntado aos estudantes sobre suas percepções quanto ao grau de conhecimento sobre estratégias de aprendizagem ativa como o Júri simulado, Gincanas de Biologia com o uso de QRcode, Jogos de tabuleiro em aulas de biologia, uso de Clickers

como o Kahoot, poll everywhere, socrative etc. nos surpreendemos novamente com o baixo grau de conhecimento. Menos da metade dos estudantes conhecem estas estratégias (júri simulado -46,4%, Gincanas de Biologia - 11,2%, Jogos de tabuleiro – 44,8% e o uso de Clickers - 44,8%). Para qualquer uma destas quatro estratégias o preparo prévio é de fundamental importância a não ser que o professor as utilize como forma de levantar as concepções prévias de seus estudantes.

A utilização de testes com o uso de aplicativos (quiz), como o Kahoot® Pole Everywhere® Socrative® entre outros disponíveis na rede, permite conhecer o grau de aprendizagem dos estudantes de forma individual, duplas ou pequenos grupos. Estes aplicativos podem ser gamificados, ou seja, além de acertar a questão, o tempo de demora para a resposta também influencia na pontuação. Após cada rodada o Kahoot, por exemplo, apresenta um pódio com as três pontuações mais elevadas o que estimula os estudantes. Esta é uma estratégia para estimular que estudem para “jogar”.

O uso dos sistemas de respostas imediatas (os Clickers) foi introduzido pela primeira vez na Universidade de Stanford em 1966, naquela época eles eram caros e difíceis de usar. Duas décadas depois, foi desenvolvido um novo protótipo chamado Classtalk I. O primeiro protótipo foi feito com teclados de Atari, usando uma placa de circuito de comunicação adicional e um display de LED, conectado ao computador do professor por um multiplexador digital especial (MATTOS et al., 2016).

Embora com custo inicial proibitivo, os clickers tornaram-se comercialmente disponíveis na década de 1990. Na virada do século, uma nova geração de clickers infravermelhos mais acessíveis tornou-se disponível, estimulando seu uso em todos os níveis educacionais com a introdução dos smartphones e a disponibilidade de vários aplicativos diferentes nas últimas décadas, essa estratégia ganhou um salto na quantidade de usuários (ABRAHAMSON, 2006).

Desde o início a velocidade do *feedback* para os estudantes é o fator marcante do uso dos clickers. Segundos após o último participante responder já são exibidos em forma de gráfico a distribuição das respostas. Conforme o interesse do professor as respostas podem ser anônimas ou não. O *feedback* imediato, para o professor, do desempenho da turma permite que o professor modifique de imediatamente o rumo da sua aula para fazer as devidas correções mesmo em turmas muito grandes.

Entende-se por gincana um conjunto de tarefas disputadas entre grupos com um mesmo objetivo (busca a um tesouro, competições esportivas, competições recreativas etc.) trazido para o contexto escolar, pode ser avaliar o aprendizado dos estudantes. A associação das tecnologias digitais permite a construção de conjuntos de perguntas e respostas que ao ser respondido de forma correta o QR code indica a localização da próxima “estação” ou pergunta. No entanto se for respondido de forma inadequada o QR code gerado indica uma estação que permite aprender porque a opção dada é inadequada. Quanto mais estações explicativas o estudante ou grupo precisa passar mais tempo demorará para chegar ao objetivo final. Esta estratégia é interessante do ponto de vista que permite determinar o grau de preparo dos estudantes. Como relatado por de Freitas (2020), a maior dificuldade da implementação da Gincana entre os estudantes de Enfermagem foi a falta de preparo prévio, ainda assim, a estratégia se mostrou eficaz.

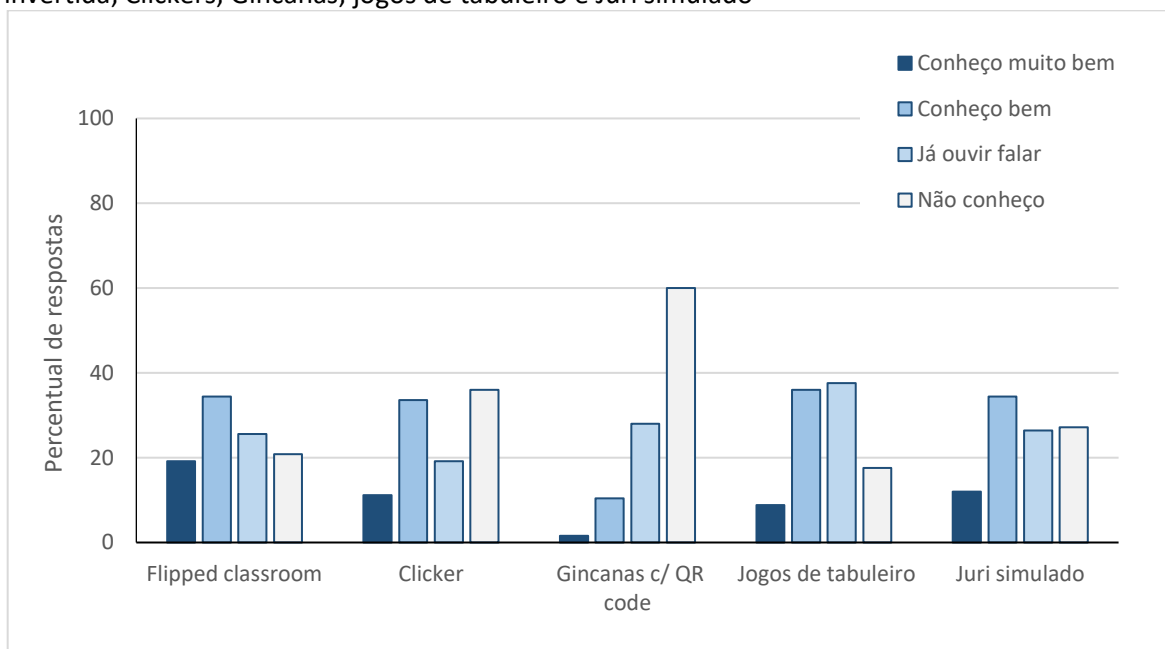
Os jogos de tabuleiro, da mesma forma que as gincanas, podem trazer perguntas e respostas sobre os mais diversos conteúdos e necessitam que os estudantes estejam preparados. As perguntas podem ser preparadas pelo professor ou, uma variação que acompanhei durante a disciplina de instrumentação para o ensino de Biologia (meu estágio docente), pelos próprios alunos, divididos em grupos. Cada estudante elabora duas ou três perguntas com suas respectivas respostas. Após a confecção das perguntas cada grupo se reúne e avalia o que o colega preparou. Determinam se as perguntas estão adequadas (a redação está clara, o objetivo da pergunta está inserido no contexto do conteúdo), se há redundância entre as perguntas elaboradas, se perguntas de um colega melhoram a de outros (se sim as perguntas podem ser fundidas) por fim avaliam se as respostas estão adequadas às perguntas realizadas. Tendo finalizado as perguntas e as respostas inicia-se o jogo propriamente dito.

Sem preparo anterior através da leitura do conteúdo, ou através da utilização de vídeos e/ou podcasts sobre os respectivos conteúdos, esta atividade não se finaliza no tempo desejado. Compreender que a busca ativa pelos conteúdos faz parte de um aprendizado significativo é de extrema importância em um cenário de métodos de aprendizagem ativa.

Da mesma forma o júri simulado pressupõe o preparo antes da discussão propriamente dito. Definir quem será o juiz, quem será a favor ou contra e os membros do

júri para avaliar determinado fato. Pode ocorrer de formas distintas: 1) os estudantes elegem o que querem defender; 2) o professor distribui os estudantes de forma aleatória; 3) o professor distribui os estudantes nos três grupos de modo que o grupo em si seja heterogêneo, mas entre os grupos haja a maior homogeneidade possível. A distribuição do material também tem variações possíveis, o professor distribui: 1) o mesmo material e fonte para todos os estudantes; 2) o professor distribui para o grupo a favor e para o grupo contra os respectivos materiais e o júri tem acesso a todo material. Em um júri simulado o mais importante é a capacidade argumentativa e para isto é fundamental o preparo a partir da busca ativa e/ou do material oferecido pelo professor

Figura 17 – Grau de conhecimento sobre métodos ativos de aprendizado como: Sala de aula invertida; Clickers; Gincanas; jogos de tabuleiro e Júri simulado



Flipped Classroom = Sala de aula invertida; Clicker = aplicativos de resposta imediata (como kahoot®, Pole everywhere® Socrative®)

Fonte: síntese dos dados recolhidos de 125 questionários aplicados aos participantes desta pesquisa
Dados compilados pelos autores

5.1.3.5 Mapeamento de ideias - Mapas mentais, Mapas conceituais e nuvens de palavras

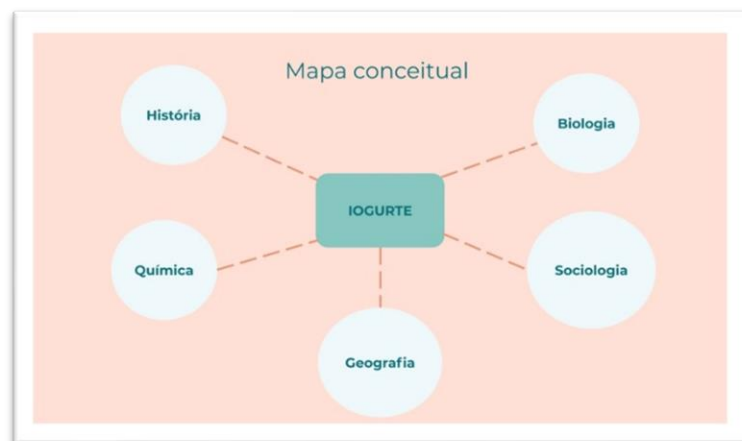
Organizar as ideias a respeito de um conhecimento adquirido/aprendido é uma forma de refletir sobre aquilo que se sabe e pode apontar para falhas neste conhecimento. Existem muitos modelos para esta organização como, por exemplo, o mapeamento através de fluxograma, que ilustra uma camada de dados em um processo linear; de hierarquia de

tópicos que pode mostrar uma quantidade grande de dados em ordem decrescente de complexidade, tamanho, importância etc. Assim, cada tipo de mapa representa diferentes níveis de especificação de informações. Além desses já citados, existem outras formas de organizar o conhecimento através da construção de diagramas como os mapas mentais e os mapas conceituais.

Cada uma das estratégias acima citadas tem suas particularidades e se presta para fins distintos, no entanto o que se observa é que muitas pessoas pensam que sejam apenas variações gráficas. Deste ponto em diante trataremos apenas dos mapas conceituais e mapas mentais que, embora muitos achem que sejam sinônimos, e, portanto, não haveria diferenças entre estas duas estratégias, isto não é verdade. São diferentes e tem propósitos distintos.

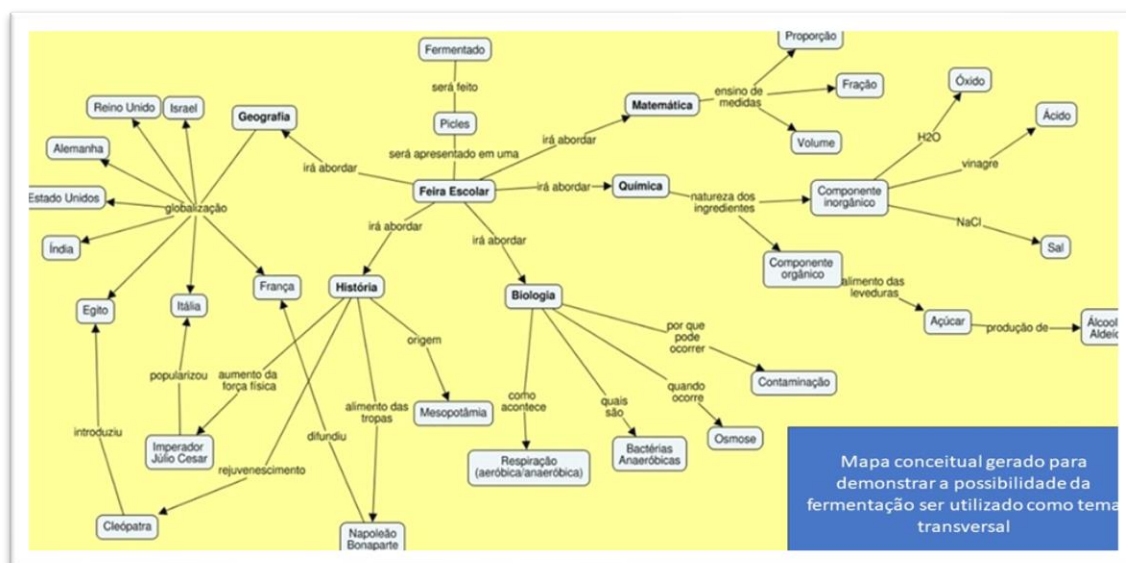
Quando perguntado aos participantes quanto ao seu conhecimento sobre mapas conceituais, percebemos que 83,2% informam conhecer dos quais 27,2% informam conhecer muito bem e 56,0% informam conhecer bem. (Figura 24) No entanto quando solicitado a mapear conceitualmente suas ideias sobre a fermentação, observamos que dos 15 grupos, 4 desenvolveram mapas conceituais, 11 mapas mentais e após o *feedback* e oportunidade de remodelação, 4 grupos realizaram adaptações dos seus mapas mentais em mapas conceituais, mas estes não ficaram adequados. Apresentaremos três mapas representativos: um mental, (figura 18) um mapa conceitual (figura 19) e um mental adaptado (Figura 20).

Figura 18 - Mapa mental apresentando a possibilidade da fermentação como tema transversal ou interdisciplinar



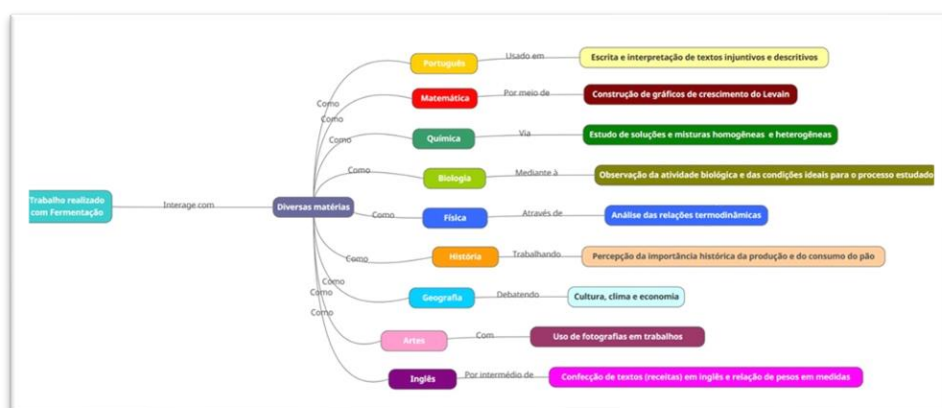
Fonte: atividade gerada por participante da pesquisa reprodução autorizada
Embora descrito como mapa conceitual o mapa apresenta características de mapa mental

Figura 19 - Mapa conceitual apresentando a possibilidade da fermentação como tema transversal ou interdisciplinar



Fonte: atividade gerada por participante da pesquisa reprodução autorizada

Figura 20 - Mapa mental adaptado para mapa conceitual apresentando a possibilidade da fermentação como tema transversal ou interdisciplinar



Fonte: atividade gerada por participante da pesquisa reprodução autorizada
Embora descrito como mapa conceitual o mapa apresenta características de mapa mental

Os mapas mentais, desenvolvidos na década de 1960, foram popularizados por Tony Buzan (TEE et al., 2014). Como no fluxograma, eles apresentam a ligação entre fatos, conceitos, estruturas etc. em uma estrutura bidimensional o que torna as informações mais fáceis de visualizar e lembrar. De um modo geral tem uma disposição hierárquica mostrando as estruturas do maior (o todo) para o menor (as partes) como demonstrado nos mapas gerados pelos participantes da pesquisa. Podem também apresentar complexidades maiores como demonstrado no mapa desenvolvido pelos autores deste trabalho (figura 21)

Conforme Buzan (TEE et al., 2014) o uso de mapas mentais auxilia também no planejamento, na comunicação, na criatividade, bem como auxilia na organização das ideias. Com frequência, imagens são mais fáceis de lembrar e mais rápidas de revisar do que textos corridos. Assim, mapas mentais com sua distribuição espacial tendem a mostrar as relações das ideias em um espaço mais compacto do que o texto corrido ocupando os limites de uma página. A disposição da informação em formato gráfico pode auxiliar no processo de aprendizagem.

Outra vantagem durante o processo analógico, é que diferente de um texto manuscrito, um mapa desenhado a mão permite a inserção de novas ideias e associações em pontos já desenhados ao longo da construção do estudo, trabalho ou brainstorming. Bons mapas mentais mostram a importância relativa das intersecções ou conceitos e suas relações. Trabalhos diversos mostram que o uso de mapas mentais é particularmente benéfico quando se lida com informações complexas (TEE et al., 2014). E quando há necessidade de dividir grandes projetos ou tópicos em partes gerenciáveis, permitindo um planejamento eficiente sem sobrecarga para membros da equipe ou omissões de fatos importantes (GUERRERO e RAMOS, 2015).

Figura 21 - Mapa mental apresentando as relações associadas aos tipos de pesquisa



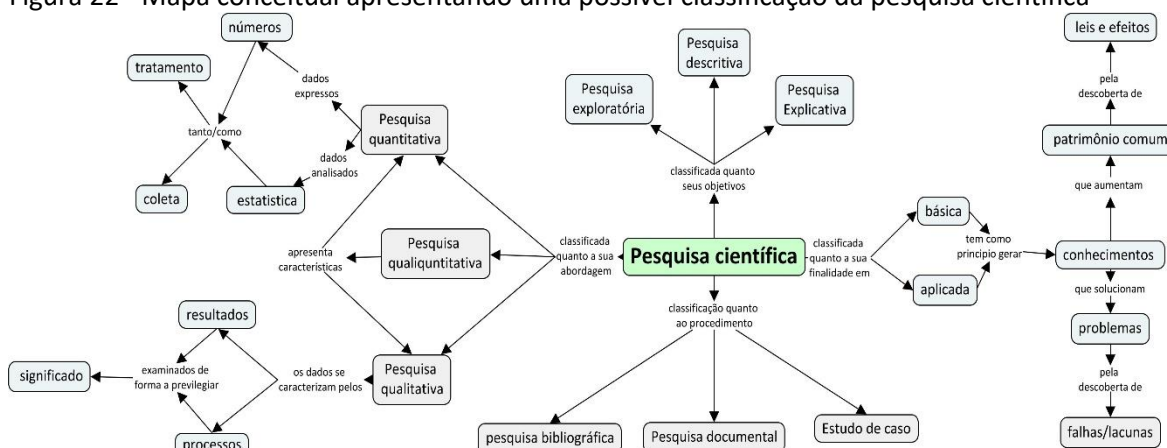
Fonte: livre criação dos autores

Os mapas conceituais foram cunhados por Joseph Novak em 1972, e concebidos para compreender e acompanhar as mudanças conceituais das crianças com relação à tópicos da ciência (NOVAK, 1990). Este é um diagrama que também ilustra e exhibe as conexões entre conceitos e ideias em um único quadro. A diferença principal entre o mapa

mental e o mapa conceitual é a presença de uma frase de ligação que explicita a ligação entre dois conceitos. Assim são utilizados retângulos, para conter o conceito, e uma frase de ligação entre os conceitos sem delimitação física (Figura 19 e 22). No mapa conceitual as frases explicativas podem indicar relações positivas bem como negativas aumentando a complexidade das explicações permitindo a visualização do conhecimento adquirido pelo responsável pela organização dos dados.

Durante a construção dos mapas conceituais também são ativados processos reflexivos é preciso pensar quais as ligações a serem estabelecidas, qual o grau de detalhamento necessário, descobrir a raiz do problema em pauta, ou ainda as lacunas de conhecimento que permitam “lincar” ou ligar dois ou mais conceitos. O domínio desta estratégia também estimula a criatividade estimulando a organização estética a utilização de imagens etc.

Figura 22 - Mapa conceitual apresentando uma possível classificação da pesquisa científica



Fonte: livre criação dos autores

As nuvens de palavras também podem ser utilizadas para organizar as ideias, no entanto de forma quantitativa. É um método de visualização texto onde as palavras-chave são quantificadas. Assim as palavras que aparecem com maior frequência em um texto ou em uma atividade de brainstorming, são representadas na nuvem com tamanho maior da fonte. Podemos citar como exemplo uma lista de palavras em uma atividade sobre aprendizagem ativa. Foi solicitado que cada participante anotasse 5 estratégias que poderiam ser utilizadas em um ambiente de aprendizagem ativa. Entre os 39 participantes sugeriram 12 termos (tabela 2). Sendo os dois conceitos mais frequentes aprendizagem ativa (39/39 participantes) e aluno (36/39 participantes). Olhando a lista que está em ordem de

frequência decrescente, há a possibilidade de uma visualização e interpretação para um “olho treinado”. No entanto, a nuvem de palavras chama mais atenção como pode ser observado na Figura 23

Tabela 2 - Lista de palavras geradas durante uma atividade de brainstorming sobre aprendizagem ativa

Termo apresentado	Quantidade de vezes	Termo apresentado	Quantidade de vezes
Aprendizagem ativa	39	Colaboração	11
Aluno	36	Clicker	5
Maker	30	Gincana	5
Quizz	24	IBL	5
Integração	20	PBL	5
Investigação	15	TBL	5

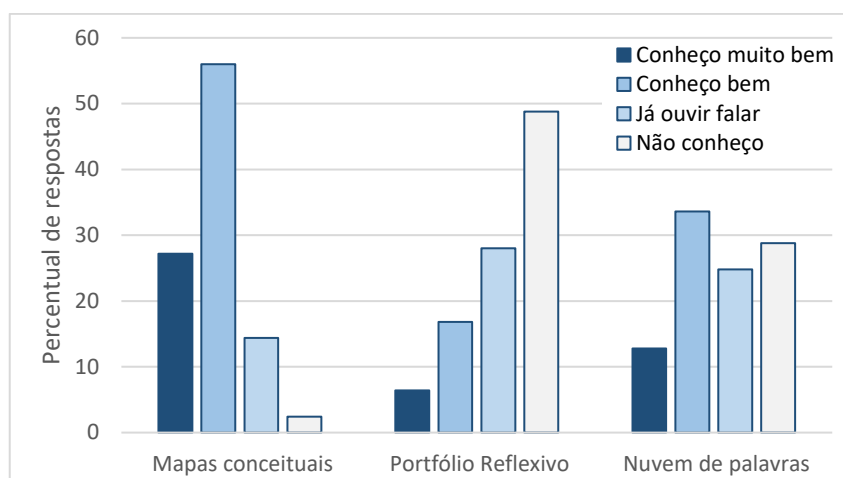
Fonte: dados gerados durante atividade realizada com os participantes desta pesquisa

Figura 23 - Nuvem de palavras geradas a partir da lista de termos contida na tabela 2 resultados do brainstorming sobre aprendizagem ativa.



Nuvem gerada online de forma gratuita <https://wordart.com/>

Figura 24 - Grau de conhecimento sobre métodos ativos de aprendizado como: Mapa conceitual, Nuvens de palavras e Portfólio reflexivo



Fonte: síntese dos dados recolhidos de 125 questionários aplicados aos participantes desta pesquisa
Dados compilados pelos autores

5.2 Questionário para formação inicial e continuada

Diante do achado entre os participantes desenvolvemos um questionário que julgamos retornar informações importantes para conhecer melhor o público participante, antes de iniciar as atividades propostas. Ter conhecimento de quantos participantes apresentam familiaridade com as diversas estratégias e recursos didáticos disponíveis possibilita customizar a disciplina/curso de modo a atender melhor aquele público em especial.

- 1) Quais materiais didáticos você utiliza em suas aulas? (Pode marcar mais que uma) *
 - ☐ Quadro Negro
 - ☐ Power Point
 - ☐ Lousa Digital
 - ☐ Tablet, computador, celular.
 - ☐ Papel e caneta.
 - ☐ Outros? Quais? _____
- 2) Quais as práticas que você acha fundamentais para o seu Curso/Disciplina? (Marque quantas quiser) *
 - ☐ Aulas de Laboratório.
 - ☐ Aulas Teóricas presenciais.
 - ☐ Aulas teóricas com uso das metodologias ativas de aprendizagem.
 - ☐ Aulas híbridas presencial e com uso de novas metodologias digitais em educação.
 - ☐ Aulas com uso de uma Plataforma que possa ajudar na formação geral profissional
- 3) Quais das práticas de metodologias ativas abaixo você já utilizou em suas aulas? (Marque quantas usar) *

- Estudo de caso
- Aprendizagem baseada em problemas
- Aprendizagem baseada em investigação
- Sala de Aula Invertida
- Aprendizagem entre pares ou times
- Aprendizagem baseada em projeto
- Outra (Quais) _____

4) Quais habilidades você acredita ser adquirido a partir do uso da Metodologia Ativa de aprendizagem? *

- Busca de informações em diversas fontes
- Motivação para autoaprendizagem
- Motivação para ministrar as aulas.
- Criatividade
- Outras (Quais?)

5) Qual o seu grau de concordância com as seguintes frases...

	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
As metodologias ativas de aprendizagem são capazes de potencializar a aprendizagem dos alunos.					
O costume de usar uma plataforma digital diariamente potencializa a aprendizagem dos educandos.					
O ensino híbrido potencializa a aprendizagem dos educandos.					
A utilização dos smartphones ou tablets dos alunos para fins acadêmicos em sala de aula agiliza o processo de ensino aprendizagem					
O uso de metodologias ativas de aprendizagem variadas ajuda no processo de aprendizagem dos educandos do seu curso					
O papel do educador na Metodologia ativa de aprendizagem é ser motivador					
O papel do educador na Metodologia ativa de aprendizagem é ser organizador					
O papel do educador na Metodologia ativa de aprendizagem é ser mediador					
O papel do educador na Metodologia ativa de aprendizagem é ser facilitador					

Caso o questionário tenha como objetivo além da formação também gerar dados de pesquisa é importante que este seja aplicado exclusivamente após a assinatura do respectivo TCLE. Informações como: e-mail; formação acadêmica; segmento que leciona; quanto tempo leciona são importantes na construção de um curso/disciplina apropriado para o respectivo público.

5.3 O TBL

Relembrando, o TBL (MICHAELSEN, LARRY K. e SWEET, 2008) é baseado em três etapas (Figura 9 seção 2.2.4): Preparação individual, Verificação do preparo e Aplicação dos conceitos. A primeira etapa consiste em disponibilizar material de aprendizagem autônoma como textos (artigos, livros, reportagens), sugestão de visita a espaços de ensino não formais, audiovisual etc. para que os estudantes estudem individualmente para as próximas atividades que serão realizadas. Para a preparação dos nossos participantes foram disponibilizados textos e links de vídeos de visualização gratuita tanto sobre o método (TBL) quanto sobre a fermentação uma semana antes da aplicação da segunda etapa (os testes de verificação do preparo individual e em grupo).

A segunda etapa o IRAT (Individual Readness Assurance Test) consistiu em verificar os conhecimentos dos estudantes, obtidos através do estudo, individual. Para isto foi utilizado o aplicativo Kahoot onde foram desenvolvidos dois quizzes, o primeiro sobre o TBL propriamente dito e o segundo sobre a fermentação. Este foi programado de modo que todas as respostas aparecessem como corretas para os estudantes, para que não houvesse interferência durante o GRAT (Group Readness Assurance Test), a segunda fase de avaliação que corresponde a avaliação do preparo dos membros do grupo.

Os participantes se prepararam para as atividades do TBL quando se considera a avaliação IRAT. Todas as questões relativas ao TBL propriamente dito obtiveram mais de 50% de acerto. A questão que envolve a sequência de eventos do TBL obteve o menor percentual de acerto (52,6%) enquanto as demais variaram entre 73,7% e 94,7% de acertos. Podemos argumentar que o maior índice de respostas incorretas quando se trata da sequência de evento se justifica uma vez que apenas 6,4% informaram que conhecia muito bem o TBL e 17,6 que o conhecia bem na nossa avaliação inicial (Figura 16). Desta forma acreditamos que a falta de vivência tenha influenciado esta questão. (Figura 25)

Uma taxa elevada de acertos com relação a estratégia didática pode indicar uma maior proximidade dos licenciandos com as questões ligadas à sua carreira, o que é um bom resultado, porém foi verificado um distanciamento com o universo de conceitos e conhecimentos ligados ao tema da fermentação, corroborando com a escolha do tema desta proposta, e com uma de nossas hipóteses, de que o tema é pouco trabalhado e pobremente aproveitado, como preconizado no desenvolvimento do projeto. Esta constatação foi relatada pelos estudantes. Durante as discussões em sala de aula foi informado que os conteúdos ligados à fermentação foram pouco trabalhados, pelos seus professores durante a formação básica e graduação, sendo restrito a alguns tópicos de poucas disciplinas como algumas equações bioquímicas, de forma teórica, apesar de sua extrema riqueza de possibilidades e aplicações, reforçando nosso ponto.

Figura 25 - Respostas dadas para a fase de avaliação individual sobre o TBL propriamente dito

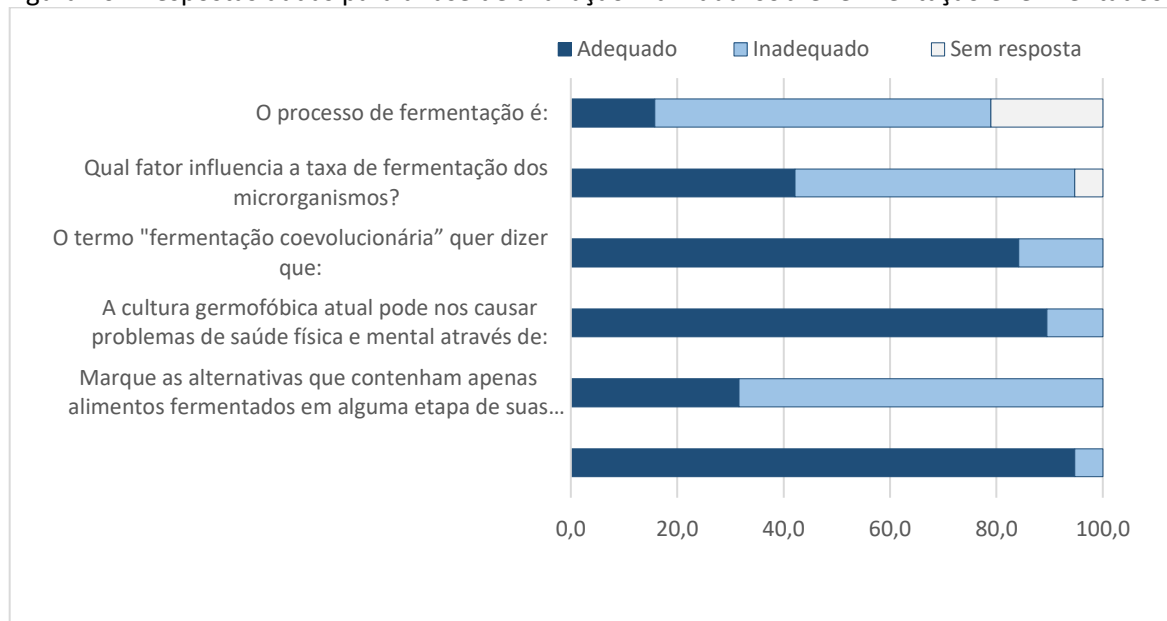


Fonte: dados gerados a partir da 2ª atividade de TBL realizada com os participantes (n= 19) de uma das turmas onde a pesquisa foi realizada

Considerando que os participantes estão na fase final de sua formação como biólogo(a), quer no bacharelado quer na licenciatura, era de se esperar uma frequência maior de acertos nas questões que envolvem a fermentação. Três das 6 perguntas foram respondidas de forma adequada por menos de 50% dos participantes. (Figura 26) Considerando as três questões com respostas adequadas pela maioria verificamos que está claro para os participantes que os alimentos fermentados “oferecem à dieta aminoácidos e vitaminas sintetizados e biodisponibilizados” (94,7% dos participantes); que a cultura

germofóbica atual pode nos causar problemas de saúde física e mental através de: “Assepsia exagerada, antibióticos e alimentos estéreis e ultra processados” (89,5% dos participantes) e que O termo "fermentação coevolucionária" quer dizer que: “Evoluímos juntos a organismos fermentadores, criando relações profundas” (84,2% dos participantes). Por outro lado, não está claro para os participantes que o processo de fermentação é: “Mais eficiente do que a respiração, por não precisar de oxigênio”, (somente 15,8% dos participantes acertaram); que a lista de alimentos que tenham algum processo de fermentação em alguma etapa de suas produções é longa por exemplo Chucrute, shoyu, kombucha, iogurte, pão, chocolate, café, salame, vinho, cerveja, pizza e pickles entre outros (31,6% dos participantes) e que o fator que influencia a taxa de fermentação dos microrganismos é dependente da quantidade de glicose disponível no meio (42,1% dos participantes. (Figura 26).

Figura 26 - Respostas dadas para a fase de avaliação individual sobre fermentação e fermentados



Fonte: dados gerados a partir da 2ª atividade de TBL realizada com os participantes (n= 19) de uma das turmas onde a pesquisa foi realizada

As respostas relacionadas aos conceitos biológicos bem como ao TBL foram discutidas tendo sido dado maior ênfase as inadequações em relação à fermentação e produtos fermentados. Esta discussão levantou importantes aspectos sobre conteúdos de diversas áreas de conhecimento, o que estimulou a participação dos alunos que se mostraram instigados pelo debate sobre os conceitos e o conteúdo.

A terceira etapa do TBL é a proposição de uma tarefa, projeto ou resolução de problema. Foi proposto que cada participante realizasse a produção de um fermentado. Para esta etapa foram elaborados roteiros que foram disponibilizados. Para que fosse possível ter os conhecimentos necessários os conteúdos intrínsecos, foram discutidos em sala (ou em reuniões síncronas).

Foi relatado pelos alunos que, durante as atividades, houve a necessidade de recorrer a revisões de muitos conteúdos vistos na graduação para que pudessem aplicar seus conhecimentos a fim de realizar a tarefa. Apresentaremos a seguir os roteiros, produtos deste trabalho e ao término retomaremos a discussão da finalização do TBL.

Quadro 13 - Conteúdos apontados pelos estudantes como necessários a realização das tarefas relacionadas às oficinas de fermentação

Tópico	Detalhes importantes
Bioquímica	Química orgânica; Carboidratos; Lipídeos; proteínas (enzimas)
Citologia	Célula eucarionte/procarionte
	Membrana celular
	respiração celular e fermentação
	metabolismo celular
	Fisiologia celular
	Receptores de membrana
Osmose	Meios hipo, iso e hipertônico
	Regulação osmótica
Ecologia	Reinos
	Interações biológicas simbiose / parasitismo / comensalismo
Genética	melhoramento, linhagens, mutações
Nutrição	Microbiota
	Educação alimentar
	Trato gastrointestinal
	Fermentados - probióticos
	Fibras - Pré bióticos

Fonte: relato dos estudantes durante as discussões em sala de aula e tabuladas como registro

Uma oficina para a produção de pão e outra de cerveja, para menores e maiores de idade, respectivamente, foi ministrada como método de ensino ativo, trabalhando conceitos e conhecimentos de ciência e biotecnologia envolvidos em seus processos. Para análise, foi aplicado, um questionário antes e depois das práticas, para que se possa avaliar o aprendizado através dos métodos ativos de ensino/aprendizado. Durante as oficinas a proposta foi abordar diversos conteúdos utilizando como estratégia um diálogo socrático

onde são apresentadas perguntas para que se estimule a reflexão e início de um diálogo. Pensando em uma educação 5.0 onde a ideia é apresentar o conhecimento de forma transdisciplinar permitindo aos aprendizes a aquisição de competências para o mundo do trabalho, a estratégia de utilizar o diálogo socrático tem demonstrado eficácia. O objetivo da provocação através de perguntas estruturadas é fortalecer a compreensão de conceitos e processos envolvidos durante a realização do projeto ou oficina e ser capaz de aprofundar seu raciocínio de modo que cada ideia apresente seu significado e argumento específico. (Friesen & Scott, 2013)

5.4 Oficinas cujo princípio envolve a fermentação

5.4.1 Oficina do levain

Fermento natural (português), massa madre (espanhol), Levain (francês), sourdough (inglês pronuncia-se sauerdou), sauer Teig (alemão pronuncia-se sauertaig) é o nome do fermento natural. No Brasil a palavra francesa se popularizou assim utilizaremos deste ponto em diante levain. O levain, é um *starter* ou iniciador para fazer a massa do pão crescer.

O objetivo desta oficina foi produzir o próprio fermento natural (levain) “do zero”, partir apenas de farinha e água, com ação adjuvante de microrganismos naturalmente presentes na farinha e no meio ambiente (sobre os utensílios e aerotransportados). Como matéria prima é necessário farinha de trigo, centeio ou outro grão (de preferência orgânica e integral) água, potes de conserva reutilizadas, colher caseira, balança, medidor de pH (opcional).

A maneira mais simples de produzir um fermento do “zero” é misturar uma pequena quantidade de farinha com água em um recipiente, mexendo até que fique homogênea. A natureza da farinha, que não é estéril, é fermentar, desde que seja umedecida. “Alimentando” a mistura de farinha com água, diariamente será possível visualizar a atividade biológica dos microrganismos. No início deve-se mexer e alimentar a mistura com intervalos regulares, até que comece a dobrar ou triplicar de volume. A partir deste ponto controla-se a velocidade da fermentação guardando em local refrigerado e alimentando uma vez por semana. É possível preservar o levain sem refrigeração, se a

frequência de uso, e de renovação, for aumentada. Assim, quanto mais utilizado mais bem conservado, ativo e vigoroso será o fermento (KATZ, 2018)..

A oficina do levain foi realizada em dois contextos, o presencial e o remoto emergencial com algumas adaptações. Na oficina presencial foi utilizada uma balança caseira, para pesar 50g de farinha e 50g de água diretamente no pote onde foi desenvolvido o levain. Os ingredientes foram misturados e o vidro foi coberto com o filme PVC. Cada participante levou o seu pote para casa para que o processo de alimentação do fermento fosse repetido a cada 24h, até que iniciasse a borbulhar. Foi sugerido que os participantes fizessem pequenos furos no filme de PVC para a liberação dos gases ou que o substituíssem com um tecido (limpo) de trama não muito fechada (algodão). Como o período do ano foi o verão foi recomendado que o pote fosse mantido na geladeira. Um dos pontos levantados na discussão foi o papel da temperatura no desenvolvimento do levain e as razões pela qual ela pode mudar os tempos de produção entre um levain e outro.

Assim, para entender de onde vem e o que é o fermento, os participantes produziram seu próprio Levain a partir de uma cultura mista de leveduras naturais e selvagens, presentes no ar e nos ingredientes utilizados. Esta atividade permitiu a conscientização da abrangência e domínio dos microrganismos, seu papel no planeta, nossas interações biológicas e coevolução com esses seres. Foram pontuados os papéis dos pães na cultura e alimentação humana, bem como mitos e verdades em relação a este alimento. Foram elucidadas as diferenças entre fermento químico e biológico, as diversas características e variáveis das fermentações e seus agentes, o controle do ambiente e processos para alcançar o objetivo no produto. Existem diversas técnicas alternativas de se iniciar um fermento, utilizando frutas, casca de vegetais, soro de leite, espuma de cerveja, iogurte ou até mesmo um pacote de fermento comercializado. Esta oficina simples se mostrou viável para ser utilizada em aulas práticas sem a necessidade de uma infraestrutura e/ou equipamentos específicos nem de restrição de idade como é o caso da produção da cerveja.

Uma vez ativado o processo de fermentação, principalmente se não for usado de forma frequente, é preciso refrigerar, para que os microrganismos fiquem dormentes, tendo suas atividades metabólicas reduzidas. Caso o uso seja intenso, é preciso alimentar o levain com mais farinha e água com mais frequência e em um ambiente mais quente.

Caso não alimente nem refrigere o levain ele irá se degradar e morrer. Os fermentos podem ficar por muito tempo na geladeira vivos e adormecidos.

Para que um levain adormecido possa ser utilizado, este deve ser reativado. Isto é, alimentá-lo com farinha e água e deixando em temperatura ambiente até crescer e triplicar de volume. A proporção desta adição deve ser para cada parte do levain (em gramas) adicionar duas partes de farinha e duas partes de água (por exemplo 50g de levain mais 100g de farinha e 100g de água). O nome dessa adição de alta proporção é chamada de “refresca”, pois reduz a acidez do meio tornando o ambiente favorável às leveduras do fermento, dando uma vantagem competitiva para que outros microrganismos indesejáveis não se proliferem no levain. Conforme se alimenta o levain seu volume aumenta e será necessário usá-lo de forma intencional ou descartar uma parte. Para não haver desperdício de alimento, sugerimos usá-lo, pois existem diversas receitas onde o descarte do fermento pode ser utilizado, como em receitas de panqueca, waffle, bolo, mingau etc. Há uma tradição entre padeiros que Levain não se compra, se ganha, por tanto se estiver sobrando levain doe para um amigo.

Conforme a fermentação vai ocorrendo (Figura 27) as reações químicas gerarão subprodutos que liberam moléculas voláteis, podendo ser percebidas pelo olfato. Espera-se de uma boa fermentação um aroma de amêndoas. Foi possível discutir com os participantes que os aromas exalados podem indicar características do Levain:

- cheiro amendoado – indica uma boa fermentação.
- cheiro de acetona - indica que o fermento está faminto.
- cheiro fétido - o levain foi contaminado por bactérias indesejadas.

Figura 27 – Registro de diversas etapas e levais da produção do Levain.



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Aproveitamos para discutir a utilização de outras vias bioquímicas pelos microrganismos gerando cetonas ao invés de gás carbônico e as razões que podem levar a esta mudança, como temperaturas elevadas que aceleram o metabolismo, esgotando as fontes energéticas ou porque o levain ficou muito tempo sem ser alimentado e, ainda, porque e como alimentá-lo com um pouco mais de farinha do que está acostumado, e mantê-lo na geladeira, poderia interferir.

Com relação ao cheiro fétido foram discutidas questões como a contaminação, decomposição e liberação de gases contendo diversos metabólitos voláteis. Embora a presença destes microrganismos seja importante na cadeia alimentar, como contaminante no preparo do levain é indesejado. Um ponto importante a ser levantado é o reconhecimento pelo odor da presença de decomposição e/ou de contaminação como forma de sobrevivência.

Foi realizado o experimento de reavivar um levain que ficou aproximadamente 1 ano na geladeira. Para isso os potes de levain, foram retirados da geladeira e a camada superior descartada. Após esse processo, foi alimentado (refresca) com água e farinha para confirmar se havia atividade biológica fermentativa. Menos de um dia depois, todos os potes mostraram atividade das leveduras, crescendo e borbulhando. Demonstramos que o

Levain é bastante resistente, suportando ser negligenciado por um tempo considerável, desde que não seja contaminado.

Os participantes (licenciandos) avaliaram a experiência como boa, gostaram de produzir seus próprios fermentos com microrganismos naturalmente presentes nos ingredientes e no ar, e alguns se animaram a levá-los para casa e continuar alimentando-os para utilizá-los em receitas. Apesar de necessitar de uma infraestrutura e de materiais mínimos, produzir e alimentar um levain até que fique vigoroso e apto para ser usado, leva alguns dias, o que impossibilita sua confecção e utilização (produção do pão) em um único encontro. Assim é necessário que se tenha uma rotina de encontros, espaço para a guarda (um laboratório de ciências ou espaço na sala de aula) ou ainda que os participantes deem continuidade aos procedimentos por conta própria. Dessa forma, a prática, na universidade foi idealizada para dar início à produção do levain e oferecer as informações necessárias para sua continuidade em casa. Como futuros professores poderão implementar a criação de levain em suas salas de aula como uma atividade de ciências.

Em resumo a prática permitiu abordar através das técnicas de cuidados inerentes à criação de um fermento estável e vigoroso diversos tópicos como: célula vegetal, animal e fúngica, pH, alimento, meio, tempo, temperatura, equilíbrio osmótico, rotas bioquímicas da fermentação/respiração, carboidratos como fontes de energia, glicose/oxigênio, hidrólise do amido, bem como falar da história da humanidade, cultura e descoberta do fermento e sua influência nas fontes de nutrientes.

Em uma das turmas, onde esta oficina foi realizada, foi solicitado aos licenciandos que interligassem os conteúdos abordados em um mapa conceitual. Esta atividade demonstrou que assimilaram a proposta da oficina, porém também demonstrou que ainda há confusão entre o que se denomina de mapa conceitual e mapa mental.

5.4.2 Oficina de pão:

O objetivo da oficina do pão foi produzir um pão de fermentação natural utilizando levain, abordando a história do pão e a ciência por trás dos diversos tipos, técnicas e receitas de pão. Para iniciar foram levantadas diversas questões de modo a provocar a reflexão dos participantes da oficina. As perguntas apresentadas no quadro 14 são algumas

das questões realizadas e são sugestões de questionamentos possíveis. Estas, no entanto, não esgotam a totalidade de informações que podem ser abordadas com os participantes.

Quadro 14 - Perguntas deflagradoras e respectivos conteúdos a serem abordados durante a oficina de pães.

Pergunta deflagradora	Conteúdo abordado
O que é pão?	História da ciência e humanidade, agricultura, ingredientes, fermentos selvagens, fungos, conceito sociocientífico de pão.
Quem inventou	
Porque a massa tem q ser sovada?	Estrutura molecular do glúten.
Como a massa cresce?	Produção de gases da fermentação (fermento químico e biológico), esterres e aldeídos.
Fermento só faz a massa crescer?	Produtos da fermentação, compostos de aroma e sabor (xilanases e proteases), nutrientes, cultivo, microbiologia (contaminação, competição e sanitização), alfa amilase (clivagem de amido a maltose).
O que deixa o pão dourado quando assa?	Reações de caramelização

Fonte: os autores

Os principais ingredientes para a realização da oficina são: farinha de trigo (que pode ser substituída por farinha de centeio, milho, mandioca, aveia, sêmola, arroz ou uma mistura destas farinhas para que se obtenha a textura que se deseja), líquido (água ou leite), fermento biológico e aditivos dependendo do tipo de pão (ovos, açúcar, gorduras, conservantes e antioxidantes, temperos e especiarias). No lugar do fermento biológico comercial é possível a utilização do Levain ou fermento natural como detalhado na seção 5.4.1 e na respectiva Experimentoteca. Os principais utensílios são: recipientes para o preparo da massa, mesa, formas ou tabuleiros que possam ir ao forno, forno (em sala ou não), espátula, luvas.

O pão foi feito com um fermento que ficou guardado na geladeira. Assim foi preciso regenerá-lo. Foi utilizado no momento de sua maior atividade, após dobrar ou triplicar de volume, ponto no qual ocorre a autólise da farinha por ativação enzimática. Para que o glúten pudesse ser trabalhado (no caso de ter sido escolhido trigo ou centeio), foram

realizadas dobras da massa e descanso. Após uma 1ª fermentação curta a temperatura ambiente, foi realizada a modelagem do pão e uma 2ª fermentação longa a frio (por aproximadamente 12h). Foi possível demonstrar que é viável fazer pão a partir de ingredientes simples e acessíveis (farinha comum, sal e água) utilizando equipamentos presentes em casa, sem nenhuma necessidade especial, seja qualificação técnica, de equipamento ou ambiental. O resultado foi muito bom! Foi produzido um pão, saudável e saboroso.

Figura 28 - Registro da produção do pão rústico com a utilização do Levain produzido de forma caseira



Fonte: Acervo pessoal dos autores

5.4.3 Oficina dos fungos

Na oficina sobre fungos o objetivo foi coletar/adquirir exemplares das diversas classes e espécies de fungos (ascomicetos, basidiomicetos, leveduras etc.) e dissecá-los. Foram abordados aspectos como as semelhanças e diferenças em suas estruturas e composições bem como foi discutido sua ecologia, as funções que os fungos apresentam quando associadas às diferentes partes do organismo ou segmentos do meio ambiente. Abordamos as diversas formas de preparo de fungos na dieta e seus valores nutricionais. Um ponto importante que surgiu na discussão foi o risco de envenenamento associado à certas espécies bem como o uso recreativo como alucinógenos.

5.4.4 Oficina de cerveja

O planejamento da oficina de cerveja objetivou produzir 10 litros do estilo American Pale Ale (uma APA), com equipamentos básicos, tendo sido improvisadas as técnicas de resfriamento e manutenção da temperatura. (Figura 29) Embora esta oficina não tenha sido implementada presencialmente como consequência da pandemia da COVID 19, a descrição da nossa experiência foi compartilhada e discutida com os discentes da graduação (licenciandos) como fator importante no preparo de aulas “novas”, em especial quando estas apresentam roteiros complexos. Aproveitamos cada etapa da produção como gancho para discussão dos tópicos de biologia, química e física.

Iniciaremos com algumas das dificuldades que enfrentamos. Além da quantidade inicial de grãos acima do ideal, a lavagem dos grãos ao final da extração do mosto para a posterior etapa da fermentação foi inadequada, tendo pouca água para retirar os açúcares residuais que ficam retidos nos bagaços (grãos moídos e “cozidos”) resultando em um volume muito inferior ao esperado de líquido. Ao longo da etapa de fervura, este volume diminuiu ainda mais com a evaporação, gerando um mosto altamente concentrado. Segundo o MAPA (2009), o mosto cervejeiro é a solução, em água potável, de carboidratos, proteínas, glicídios e sais minerais, resultantes da degradação dos componentes da matéria prima, utilizado para produção da cerveja.

Devido à alta concentração de açúcares e a quantidade acima do ideal de inoculação de leveduras, somada a falta de controle de temperatura (temperatura ambiental elevada em torno de 25°C), a fermentação ocorreu de forma muito intensa nos primeiros 3 dias de fermentação, atingindo em torno de 9% de teor alcoólico já no 3º dia. Essas condições estressaram as leveduras, produzindo compostos indesejáveis (*off flavours*), álcoois superiores e ésteres em excesso que deixaram sabor muito intenso e a bebida “pesada”.

Após esse dia a temperatura foi controlada utilizando uma bacia com água e garrafas pet congeladas que eram trocadas continuamente e renovadas, sendo possível manter a temperatura em torno de 15°C (controlada por um termômetro). Embora não seja recomendado devido ao alto risco de contaminação, a cerveja foi diluída durante a etapa de fermentação, (sem ocorrer contaminação). A diluição foi realizada com os cuidados necessários como borrifar sanitizante no ambiente e nos equipamentos, além de usar uma chama acessa no momento de abrir o balde fermentador. O produto final, apesar

de não contaminado, tinha forte presença, incômoda, de álcool superior (fermentação intensa e descontrolada), frutado (ésteres), aquoso (diluição em excesso e no momento inadequado), porém estava palatável. Foi uma experiência satisfatória ter conseguido um produto feito de forma totalmente artesanal, trabalhando os conhecimentos e pondo a prova as competências para as improvisações, com um resultado muito útil para realizar as correções e reflexões sobre o que ocorre, o que fazer e como resolver problemas nas várias etapas do processo. Foram importantes tanto da análise sensorial quanto da análise da prática. Uma experiência enriquecedora.

O relato dos erros e acertos desta tentativa de produção da cerveja em condições tão artesanais permitiu uma discussão intensa com os discentes, bem como a elaboração de um roteiro bem detalhado com pontos de reflexão para ser utilizado por docentes que, por exemplo, queiram abordar estes conteúdos com alunos do EJA já que são todos maiores de idade. As perguntas apresentadas no quadro 15 são algumas sugestões e pontos discutidos, mas que não esgotam a totalidade de informações que podem ser abordadas com os discentes. A Figura 29 apresenta um registro do material contido no Kit e a e a Figura 30 registra parte do processo de realização.

Figura 29 – Registro dos insumos contido no Kit para preparo de cerveja atezanal



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Figura 30 - Registro de parte do processo de produção de cerveja artesanal



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Quadro 15 - Perguntas deflagradoras e respectivos conteúdo a serem abordados durante a oficina de cerveja

Pergunta deflagradora	Conteúdo abordado
Quem inventou a cerveja?	História: da humanidade, agricultura e ciência, conceito sócio científico de cerveja ingredientes, fermentos selvagens, fungos.
Tem plantação de malte?	Germinação/brotamento (radícula, caulículo, reserva energética, parênquima amilífero, malteação, reações enzimáticas).
Dá para fazer cerveja em casa?	Equipamentos, biotecnologia, controle, processos.
Por que moer o malte?	Superfície de contato, filtragem, eficiência e rendimento.
O que é o mosto?	Reações enzimáticas (açúcares, proteínas, gorduras), fonte energética, caldo de cultura, composição e tratamento do mosto.
Como o mosto vira cerveja?	Fermentação, controle e tratamento de fermentação, microbiologia e contaminação, sanitização, produtos da fermentação.
Como adicionar gás à cerveja?	Dissolução de gases em líquidos, pressão/temperatura.
De onde vem a espuma?	Coagulação, nucleação, coloides tensão superficial.
O que diferencia as cervejas?	Produtos, processos e procedimentos.

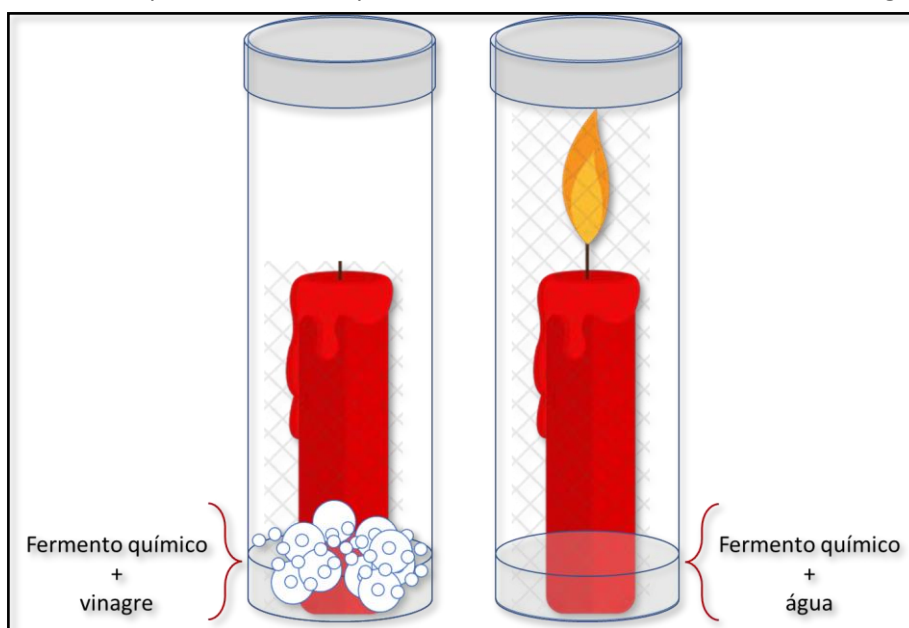
Pergunta deflagradora	Conteúdo abordado
Quanto tempo dura a cerveja?	Armazenamento, pasteurização, envelhecimento e frescor, padrão de qualidade.
O que é ser sommelier?	Características organolépticas, análise sensorial, sentidos, estilos, mercado.

Fonte: os autores

5.4.5 Oficina de fermentação - fermento químico vs biológico

O objetivo desta oficina foi demonstrar as diferenças entre o fermento biológico e o químico. Para isto, iniciamos adicionando 5 gramas de cada fermento nos seus respectivos tubos de ensaio e em seguida foi adicionado 10 ml de vinagre em cada tubo. Foi observado que o acréscimo de vinagre só apresentou uma reação visível (liberação de gás carbônico), no tubo dentro do qual havia o fermento químico. Para demonstrar que o gás liberado era de fato gás carbônico a reação foi repetida em um recipiente maior com a presença de uma vela acesa que foi imediatamente coberta pelo gás. No recipiente controle foi adicionada água ao fermento químico, a primeira chama que apagou foi onde houve a liberação de borbulhas da reação do ácido acético (vinagre) com o carbonato (fermento químico), mostrando que a presença do gás carbônico (borbulhas da reação) superou a quantidade de oxigênio necessário para a combustão da vela. (Figura 31)

Figura 31 - Desenho representando o experimento da vela em um ambiente rico em gás carbônico.



Fonte: Figura ilustrativa elaborada pelos autores

A prática envolvendo o fermento biológico transcorreu da seguinte forma: iniciamos numerando doze frascos com caneta permanente. Em seguida 5 gramas de fermento biológico foram depositados em cada recipiente enumerados de 1 a 6. Aos frascos 7 a 12 foi adicionado fermento químico (a título de comparação – controle). O próximo passo consistiu na adição de substratos para o fermento: 5 gramas de açúcar aos frascos 1, 4, 7 e 10; 5 gramas de farinha de trigo aos frascos 2, 5, 8 e 11 e 5 gramas de sal nos frascos 3, 6, 9 e 12. Por fim, foi acrescentado água que estava em processo de aquecimento. Quando a água atingiu entre 35º C e 39º C, (ou seja, aquecida, mas inferior a 40º C) 15 mL de água morna foram acrescentados nos frascos 1, 2, 3, 7, 8, e 9. Quando a água atingiu uma temperatura de pelo menos 80º C 15 mL de água quente foram acrescentados nos frascos 4, 5, 6, 10, 11, e 12 (Quadro 16).

Após a adição da água o conteúdo foi homogeneizado e imediatamente vedado com uma bexiga. Este experimento pode ser ainda mais complexificado, por exemplo, com a utilização de mais uma ou duas concentrações de açúcar (glicose), utilizar outras temperaturas de água, entre outras variáveis conforme a criatividade do professor e/ou da turma ou ainda conteúdo a ser abordado.

Quadro 16 – Desenho experimental para demonstração dos fatores que interferem nas condições de ativação da fermentação do fermento biológico

		Frascos											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fermento	Biológico	X	X	X	X	X	X						
	Químico							X	X	X	X	X	X
Substrato	Açúcar	X			X			X			X		
	Trigo		X			X			X			X	
	Sal			X			X			X			X
Água	Morna (<40ºC)	X	X	X				X	X	X			
	Quente (>80º C)				X	X	X				X	X	X

Fonte: desenho experimental proposto pelos autores

Enquanto as reações estavam ocorrendo iniciou-se uma discussão para o levantamento das hipóteses quanto às misturas realizadas e os resultados esperados e observados. Após 15 a 30 minutos (dependendo das condições ambientais esta atividade

foi realizada em 2 semestres consecutivos), os resultados observados em cada frasco foram analisados e discutidos. Esta atividade gerou uma discussão rica com o surgimento de hipóteses que os licenciandos relataram que não conheciam. Muitos informaram que não tiveram aulas práticas durante sua formação básica. Alguns dos alunos reconheceram a falta de aulas práticas para trabalhar o tema fermentação e relataram:

"...Um tema tão rico, como pudemos ver nessas atividades, é, de fato, quase sempre trabalhado apenas através de equações e fórmulas químicas escritas, muito chato"

Com turmas de 20 a 30 alunos é possível repetir o experimento três vezes e comparar os resultados. Outra possibilidade é redistribuir os alunos agora pelo número do frasco pelo qual foram responsáveis (teríamos 12 grupos de 2 ou 3 alunos). Esta técnica é conhecida por *jigsaw* ou quebra cabeça. Algumas reações nesta atividade ocorrerão em segundos enquanto outras em minutos. Desta forma, solicitar aos participantes que registrem o tempo das reações, a quantidade de borbulhas, o diâmetro do balão sobre as garrafas, se há ou não alteração de cor etc. permite realizar análises que com frequência são utilizadas nas mais diversas pesquisas. A atividade de análise dos dados pode ser um ponto de intersecção com o professor de matemática.

5.4.6 Oficina do chucrute

O objetivo da oficina de chucrute foi demonstrar a sua produção levando em conta que é mais uma forma de fermentação natural de vegetais (neste caso repolho). Para esta oficina foi necessário o uso de faca ou Mandolin, para cortar o repolho, portanto quem deve manusear são alunos mais velhos ou o professor. As folhas cortadas finas devem ser acomodadas em um recipiente de vidro, cerâmica ou plástico alimentício (limpos, não é necessário sanitizar, apenas lavar).

Após higienizar o repolho, qualquer folha danificada foi retirada para descarte e, em seguida, foram retiradas as próximas duas folhas e reservadas. Estas folhas foram utilizadas no final do processo como forma de selar o preparo e garantir que todo o repolho fique submerso, sem contato com o ar. O repolho foi fatiado de modo a expor o máximo de área de contato. Como as folhas fatiadas são amassadas com sal não importa muito a

largura do corte, desde que mais ou menos fino. No entanto conforme os livros de cozinha alemães é mais habitual um corte fino, e para nos autores esta é a forma mais palatável.

Uma vez fatiado, o repolho foi depositado no recipiente de preparo e adicionado o sal (para cada quilo de repolho uma colher de sopa (medida culinária) ou 20 g de sal) e misturado. Esta mistura foi amassada manualmente até que as folhas ficaram maleáveis e começaram a soltar os fluidos do tecido vegetal. Foi possível verificar com o repouso do repolho com o sal que, após alguns minutos, mais líquido foi extraído do vegetal. Este processo - de osmose – foi discutido com os licenciandos. Este líquido foi utilizado para submergir o repolho fatiado durante o processo de fermentação.

Foi indicado que neste ponto é importante provar o preparado para determinar se está ao gosto de sal e que é possível acertar se necessário. Adicionalmente foi informado que diversos condimentos (mostarda em grãos, pimentas secas, Dill, zimbro, Alcaravia etc.) podem ser acrescentados.

Em seguida, o repolho processado foi inserido no recipiente onde foi guardado para fermentar compactando-o no fundo. A instrução foi que deveriam apertar, com as mãos ou com auxílio de algum utensílio como um pilão, contra o fundo do recipiente de modo que o vegetal fatiado fique no fundo e seus líquidos subam, cobrindo-o completamente. É importante que todo o vegetal fique submerso em seu próprio líquido.

Para que o repolho fatiado não suba e saia do líquido, foram colocadas por cima da mistura as duas folhas inteiras que foram reservadas. Foi utilizado um recipiente menor, que caiba dentro do principal, cheio de água como peso, para segurar e manter o repolho dentro do líquido. Foi alertado que caso usassem um saco plástico para esta ação, que fosse utilizada uma mistura de água e sal para, caso se rompa, não dilua a mistura. Finalmente foi reforçado que é fundamental que o peso afunde todo repolho no líquido mantendo-o submerso. O recipiente foi tampado com um pano limpo e guardado a temperatura ambiente em um local ao abrigo da luz solar direta, de preferência onde tenha menor oscilação de temperatura (não precisa ser no escuro).

Foi levantada a alternativa de se utilizar a tampa sem rosquear completamente, para que os gases que serão gerados possam ser liberados sem gerar pressão no vidro, ou ainda a opção de usar o recipiente bem fechado com a tarefa de abri-lo todos os dias sob

o risco de acumular pressão, o que poderá estourá-lo. Outro ponto importante da discussão foi a necessidade de todo repolho estar submerso para que não se forme bolor pelo contato com o ar e microrganismos aeróbicos. Também foi discutido que se isto ocorrer, não há necessidade de descartar todo o preparado. Basta retirar o bolor e se necessário a camada superior que estiver em contato com o bolor. As partes inferiores do preparado estarão saborosas, crocantes e aptas para o consumo. Mesmo que um pouco do bolor se dilua no líquido, o ambiente será desfavorável e as bactérias ácido lácticas prevalecerão.

Foi sugerido que os discentes levantassem as folhas, que funcionam como tampa, a cada dia para provarem o chucrute e verificarem a mudança do sabor. A fermentação começa a ser perceptível em torno do 3º dia, dependendo da temperatura ambiental e começará a desenvolver aromas e sabores que se intensificarão conforme haja aumento da acidez produzida pelas lactobactérias. As características organolépticas foram anotadas e discutidas para determinar as preferências por um sabor mais suave ou mais pungente ou do menos ao mais ácido.

Esta técnica de salga e fermentação trata de um método de conservação de alimentos cujo sabor se modifica com o tempo. Apreçar ou não é uma questão de paladar e costume, mas a fermentação garante a preservação sem riscos à saúde mesmo ao ser consumido com longos períodos de guarda. O consumo de alimentos que passaram pelo processo fermentativo controlado, na verdade pode ser mais seguro do que consumir alimentos crus.

O chucrute tradicional é feito com o repolho comum (branco/verde), mas pode ser feito a partir de vários vegetais como cenoura, nabo, rabanete, beterraba, alho-poró, cebola, couve entre outros. O que define seu processo é a fermentação anaeróbica através da salga seca e microrganismos naturalmente presentes nos vegetais.

A produção dos fermentados de vegetais foi bem-sucedido, com algumas imperfeições (que é uma questão subjetiva), porém gerando alimentos palatáveis para muitos. Uma vez que são produzidos sabores alternativos aos sabores dos alimentos crus e ou cozidos, esta é uma oportunidade interessante de discutir as diferentes percepções, costumes e sabores que sejam agradáveis para uns e não para outros. (Figura 32)

Figura 32 – Registro da feitura de chucrute de repolho branco e repolho roxo



Fonte: Acervo pessoal dos autores

A realização repetida destes fermentados permitiu aprimorar as técnicas de modo que as instruções para a sua realização como material didático seja o mais explícito (infalível “fool-proof”) possível, bem como desafiador para tentar melhorar as características organolépticas dos produtos. Outra possibilidade que os fermentados trazem é a possibilidade de discutir o consumo de “alimentos de verdade” no lugar dos ultraprocessados ou seja alimentos saudáveis e revitalizadores. Esta oficina é possível ser realizada em uma aula prática e se mostrou um ótimo experimento, podendo ser tema central para trabalhar uma quantidade grande de conteúdos científicos e históricos a critério do contexto e público-alvo. Um dos participantes fez um comentário que a maioria dos demais concordou no seguinte relato:

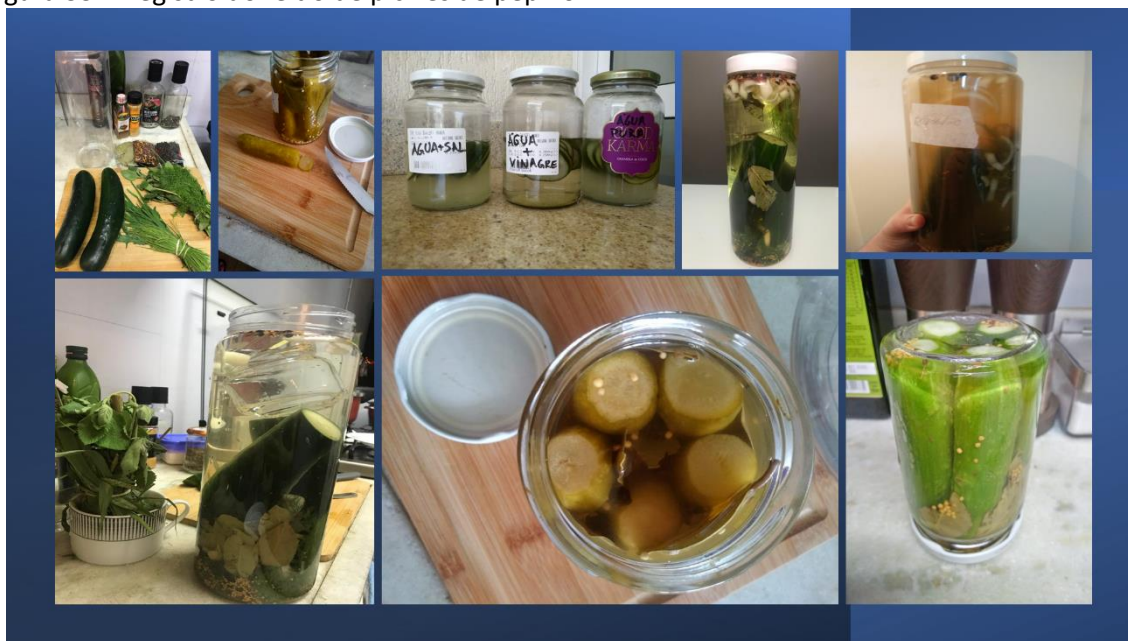
“...Fazendo o chucrute, pude entender bem melhor os conceitos de difusão e osmose, vendo a quantidade de líquido que sai do repolho apenas colocando sal e apertando...”

5.4.7 Pickles de pepino de fermentação natural:

Com a intenção de fermentar vegetais e produzir um pickles de pepino que fosse ao mesmo tempo saboroso e saudável (probiótico), além de desenvolver outro material para uma prática simples e abrangente que some na vida dos participantes, foram testadas e adaptadas algumas receitas de pickles azedo de pepino. Apesar de seguir as

recomendações para que ficasse saboroso e crocante, como o uso de folhas com bastante taninos como louro e chá preto (que enrijecem a parede celular do vegetal) e controlar e acompanhar a fermentação, os pickles iniciais ficaram muito azedos, murchos e com aroma e sabor repulsivos. Mais uma vez foi discutida a importância de estabelecer o roteiro e os pontos que podem induzir ao erro na execução de aulas práticas com os nossos estudantes e formas de resolver os problemas que podem surgir. A Figura 33 registra os insumos da produção de pickles de pepinos e o pickles envasado

Figura 33 – Registro do feitiço de pickles de pepino



Fonte: Acervo pessoal dos autores

5.4.8 Pickles de cebola roxa estabilizado em vinagre:

Este é um experimento que, geralmente, resulta em um produto bom, versátil e saboroso sendo muito difícil haver erros. Uma vez que a atividade biológica estiver estabilizada através de ácido acético e calor, o produto tem uma durabilidade praticamente indeterminada (conserva) e suas características quase não mudam com o tempo. A alteração que pode ocorrer é a extração dos pigmentos dos vegetais que passam para o líquido deixando-os esbranquiçados com aspecto menos apetitosos, porém o sabor se mantém agradável.

Discutir as diferenças da evolução de um alimento de cultura viva, como o chucrute, em comparação com a estabilização biológica deste através do uso do ácido acético é um

bom contraponto. Uma conserva estabilizada (praticamente estéril, porém conservada a partir de seu estado fresco) pode ser o prebiótico (fibras) de uma outra conserva de cultura viva (probiótico), interagindo uma com a outra durante a ingestão. Estas duas oficinas permitem abordar relações entre a alimentação, saúde e microbiota gastrointestinal.

Figura 34 – Registro do feitiço de pickles de cebola roxa



Fonte: Acervo pessoal dos autores

5.5 Oficinas indiretamente relacionadas à fermentação

5.5.1 Oficina do antibiótico

O objetivo da oficina “Papel dos antibióticos” foi demonstrar através de práticas de rotina ou padrão de microbiologia o cultivo (crescimento) e o repique de microrganismos bem como a ação microbicida de algumas substâncias naturais. Para tal foram utilizados os seguintes materiais: placas de Petri, estiletes, fonte de chama (bico de Bunsen), meio de cultura (placas de Petri preenchidas com *agar agar*), inóculo.

Após o preenchimento das placas de Petri com *agar agar* (meio de cultura) estas foram esterilizadas. As placas estéreis foram expostas ao ar ambiente por 5 minutos, ou foram tocadas com os dedos dos participantes, riscadas com um cotonete que foi previamente passado sobre alguma superfície como a carteira, a maçaneta da porta da sala, caderno etc. e em seguida fechadas novamente. Duas placas foram mantidas fechadas de modo a ser o controle da esterilização. Após uma semana as placas foram analisadas. Os

participantes foram estimulados a relacionar as placas com maior ou menor crescimento de microrganismos com o local a fonte de microrganismos. O debate foi muito rico e trouxe diversos tópicos de como utilizar a prática no Ensino Básico.

As mesmas placas foram utilizadas para o experimento de inibição bacteriana, utilizando agentes como saliva, queijo com fungo azul, extratos vegetais etc., com potencial ação bactericida e/ou bacteriostática. Para isso a seguinte ordem de eventos foi realizada:

- Abertura das placas, próximo ao bico de Bunsen (ou outra fonte de chama), para pingar, sobre o crescimento microbiano na placa, a substância teste.
- Após uma semana, as placas foram novamente analisadas e se discutiram os resultados.

Nesta oficina, embora muito simples, foi possível abordar o advento da descoberta da penicilina e a subsequente história de descobertas dos antibióticos derivados de produtos naturais, sua produção sintética por diversos grupos de pesquisa até chegar à indústria. Outros tópicos levantados foram as interações entre microrganismos, o que são biofilmes, seu potencial patogênico bem como potencial ponto de preocupação para a indústria farmacêutica, de petróleo entre outras. Durante as discussões foram levantadas questões sobre limpeza, higiene, sanitização e esterilização. Estas discussões foram ricas, novamente trazendo pontos importantes a serem abordados no ensino básico. Na avaliação final do encontro (aula) foram apresentadas falas como:

“... não pensei que daria para explorar tantas informações a partir de uma prática tão simples...”

“...fiquei interessado em buscar mais informações na internet, para complementação...”

“...eu nunca tinha pensado na associação de microrganismos com benefícios à saúde...”

5.5.2 Oficina dos sentidos e análise sensorial

As dinâmicas desta oficina tiveram como objetivo demonstrar como nosso aparato sensorial influencia a percepção, a vida social, a cultura, a formação do indivíduo e seus hábitos alimentares. Como os alimentos fermentados, com sua riqueza de sabores, podem estimular os sentidos, expandindo horizontes. Para isso, as práticas foram idealizadas com a intenção de provocar as percepções e as interferências entre os sentidos causados pela

forma como os estímulos são recebidos e processados. Foram discutidas como as experiências prévias influenciam cada indivíduo, com os sinais derivados dos nossos sentidos. Para isso foram discutidos a importância de pontuar e elucidar o funcionamento do aparato sensorial, demonstrar os termos e conceitos da área, desenvolver seu autoconhecimento e gerar *insights* comportamentais. Ao longo da aula, foram desenvolvidas três atividades que envolvem a degustação: 1) Interferências intrasensoriais; 2) preconceitos e estereótipos relacionados a sabores, aromas, gosto e sabores (aquilo que se aprende que é ruim por exemplo, nunca comi, mas sei que não vou gostar, os cheiros de certos alimentos); e 3) Ancoragem significativa e memória.

1. Descubra se você é um super degustador!

O objetivo desta oficina é a contagem de papilas gustativas. Para isso um quadrado de cartolina preta de aproximadamente 3cm foi perfurado com furador de papel (furo de 7mm de diâmetro) que é utilizado para delimitar a área de contagem. Com o auxílio de um cotonete foi pincelado corante alimentício da cor azul sobre uma pequena área da língua. Ao tingir a língua as papilas se destacam pois não se coram. Sobre a área azul foi apoiado a cartolina com o furo, sem pressionar muito. Em seguida foi realizada uma fotografia com foco no segmento da língua que é visível através do furo na cartolina. A contagem das papilas com o auxílio de uma câmera não só torna o processo da contagem mais confortável como mais precisa. A alternativa é utilizar um espelho e lupa. É importante ressaltar durante a atividade que a câmera, deve estar posicionada de forma perpendicular a língua (não na diagonal) e com foco, da área corada de azul, delimitada pelo furo.

Ao ampliar a foto é possível visualizar e realizar a contagem dos vários pontos mais claros que são as papilas gustativas que se destacam (não são tingidas pelo corante, continuando rosadas). Após a contagem os padrões (totalizações) foram comparados e se iniciou uma reflexão sobre suas implicações e relações entre fenótipo, treino e hábitos alimentares, baseado no Quadro 17.

Quadro 17 - Padrão de distribuição de papilas gustativas

Padrão de contagem	Perfil de paladar	Distribuição na população
>35 papilas	paladar supersensível	25%
15 e 35 papilas	paladar medianamente aguçado	50%
<15 papilas	pode não perceber determinados sabores	25%

Fonte: adaptação livre de (NABHAN, 2004)

Foi levantada uma questão para reflexão e discussão sobre o número de papilas que possuímos. Esta levou em consideração que a quantidade de papilas, podem explicar possíveis hábitos e gostos pessoais e seu consequente papel nas percepções de sabor individuais. Uma pessoa dita “chata para comer” pode ter esse comportamento causado por um paladar mais sensível, rejeitando aromas e gostos que outros podem não perceber. Por outro lado, alguém que come de tudo pode não ter “frescuras” alimentares por não sentir tão bem alguns sabores e, portanto, não se importar com tais estímulos. (Figura 35)

Figura 35 – Oficina de contagem de papilas gustativas



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Não são regras e sim possibilidades que desmistificam alguns preconceitos. Nossos paladares e hábitos alimentares são moldados ao longo da vida por boas experiências e/ou traumas. Ter consciência de nossas sensibilidades e potencialidades pode ter um papel fundamental em nossa formação cultural, nutricional e social. Há trabalhos como o de GARCIA, J., HANKINS e RUSINIAK (1974) que demonstrou que a introdução de novos saberes associados à dor ou enjoo desencadeia aversão. Trabalhos mais recentes do grupo de Imunologia Gastrointestinal do IB-UFF (TEIXEIRA, G. et al., 2008) demonstraram que camundongos alérgicos ao amendoim ou à castanha de caju quando em contato com estes alimentos, os ingerem somente se não houver escolha. Por outro lado, se na dieta há o

alimento ao qual o animal é alérgico associado a outros alimentos, os animais ingerem aqueles alimentos aos quais NÃO é alérgico.

2. - Interferências intrasensoriais, preconceitos e estereótipos

Foram utilizadas bebidas ou alimentos sólidos com um mesmo sabor suave tingidos com corantes bem distintos (por exemplo usamos bala de coco com e sem corante alimentício azul). As balas de cores distintas foram oferecidas aos alunos e foi solicitado que identificassem os sabores. As opiniões divergiram bastante e todos se surpreenderam quando descobriram que a única diferença era a cor do corante.

Iniciou-se a discussão de como a cor do alimento pode “enganar os sentidos”, fazendo com que as inferências e deduções confundam as percepções de sabores. Foram discutidos aspectos como possíveis interferências causadas principalmente por estereótipos e preconceitos estabelecidos, levando à conscientização de como temos concepções equivocadas e o quanto estas interferem em nosso comportamento e decisões. Também foram levantados aspectos do quanto somos influenciados pelos estímulos da visão e como este sentido suplanta e suprime os demais.

3. Aroma, gosto e sabor; Ancoragem significativa e memória

Com pouco material, como temperos, alimentos aromáticos etc. é possível abordar questões relacionadas a texturas e sabores (doce, salgado, azedo, amargo e umami). Em pequenos grupos, foi solicitado que os estudantes identificassem, através do olfato, o conteúdo em recipientes sem que fosse possível ver seus aspectos físicos. Uma vez identificado, levantou-se a discussão para demonstrar a importância da ancoragem e do treinamento na identificação de ingredientes pelos sentidos, fazendo um paralelo com subsunções no aprendizado, significado e entendimento. Em seguida cada um pode provar os temperos e foram estabelecidas relações entre cada um dos gostos com seus respectivos aromas.

Apresentamos questões sobre a diferença de aroma e gosto e como estes, junto com o tato, criam os sabores, que percebemos e suas peculiaridades. Levantamos questões como temperatura, ponto de derretimento e textura. Um dos exemplos usados foi da manteiga cuja textura influencia o paladar. Levantamos também questões relacionadas à crocância e sua associação com frescor dos alimentos. Foram abordados aspectos associados preferência ou aversão a alimentos picantes como as diversas formas pimentas e de raiz

forte. Quanto às pimentas, estas apresentam dois gêneros, *Piper* e *Capsicum*. As Principais espécies por gênero são: *Piper nigrum* - Pimenta- -do-reino; *Piper guineense* - Pimenta-de-são-tomé e *Piper longum* - Pimenta-longa e *Capsicum annuum* – pimentão; *Capsicum baccatum* - pimenta-dedo-de-moça, pimenta-cumari e cambuci. *Capsicum frutescens* - Pimenta-malagueta; *Capsicum chinense*. Quanto à raiz forte, esta também apresenta duas principais formas: a raiz forte branca - *A Armoracia rusticana*, nativa do sudeste da Europa e a raiz forte verde - *Wasabia jaoônica* do oeste da Ásia. Estas são plantas perenes da família *Brassicaceae* que incluem a mostarda, brócolis, repolho e rabanete. (NABHAN, 2004) Mas, nem todo tempero com nome de pimenta é ardido, como por exemplo, o fruto da aroeira, a pimenta rosa ou a pimenta Jamaica que, em inglês, se chama *all spice* pela complexidade de sabores.

5.6 Experimentotecas

Foram criados oito fascículos da série Biotec da Experimentoteca (volumes Biotec 10 a Biotec 17) e que foram utilizados nas diversas turmas durante a execução deste trabalho. Conforme os participantes deram seus feedbacks de acordo com o grau de clareza estes foram reformulados chegando à versão atual. Estas estão em processo de registro na plataforma do EduCAPES. Este registro tem por objetivo ofertar a professores um material de fácil acesso, já testado, que possa auxiliar as suas aulas. Este material também será postado no site o Espaço UFF de Ciências uma vez que tenhamos reformulado o site após as alterações realizadas pelo setor de informática da UFF que tornou o antigo site incompatível. Da Figura 36 à Fonte: Criação dos autores

Figura 43 apresentamos as imagens dos respectivos fascículos da Experimentoteca.

Figura 36 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-10 fermentados hidromel

O que dizem os cientistas

O hidromel é uma bebida alcoólica fermentada, obtida a partir da fermentação de uma mistura de água e mel. Possui uma longa história e é considerado uma das bebidas alcoólicas mais antigas da humanidade. O hidromel tem sido apreciado em várias culturas ao redor do mundo, como na antiga Grécia, Roma, China, Egito e Escandinávia.

Esta bebida fermentada resulta da hidratação dos microrganismos presente no mel puro que, ativados, se multiplicam e fermentam seus açúcares. Considerado um "vinho" de mel, talvez seja a bebida mais antiga que se tem registro, antecedendo o vinho derivado das uvas. Pode ser produzido com adição de frutas ou apenas água potável ao mel. O produto final lembra o vinho branco em aparência e sabor. O hidromel melhora com o tempo e, apesar de ser possível produzi-lo de forma simples, e apreciá-lo ainda jovem, a produção e o processo podem ser aprimorados.

Segundo estudos científicos, o processo de produção do hidromel envolve a adição de leveduras ao mosto de mel diluído em água. As leveduras convertem os açúcares presentes no mel em álcool etílico e dióxido de carbono por meio de fermentação. Durante esse processo, outros compostos, como ácidos orgânicos e ésteres, também são formados, contribuindo para o sabor e aroma característicos do hidromel.

Uma pesquisa publicada no Journal of Agricultural and Food Chemistry analisou a composição química do hidromel e encontrou uma variedade de compostos bioativos presentes na bebida. Esses compostos incluem polifenóis, flavonoides e antioxidantes, que podem fornecer benefícios à saúde, como propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas.

Outro estudo, publicado no periódico Food Chemistry (Química dos Alimentos), destacou a presença de ácidos orgânicos, como o ácido tartárico, málico e cítrico no hidromel. Esses ácidos contribuem para o equilíbrio de acidez e sabor da bebida, conferindo-lhe características únicas.

Além disso, o hidromel pode apresentar variações em termos de doçura, teor alcoólico e perfil aromático, dependendo das variedades de mel utilizadas, técnicas de fermentação empregadas e tempo de envelhecimento. Essas variações podem levar a diferentes estilos de hidromel, como seco, doce, especiado ou frutado.

Em suma, o hidromel é uma bebida alcoólica fermentada feita a partir de mel e água. Sua produção envolve a fermentação por leveduras, resultando em uma bebida com características sensoriais distintas. Estudos científicos destacam a presença de compostos bioativos e ácidos orgânicos no hidromel, sugerindo potenciais benefícios à saúde e uma ampla variedade de perfis de sabor.

Referências

MCGOVERN, Patrick E. et al. Fermented beverages of pre-and proto-historic China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 101, n. 51, p. 17593-17598, 2004.

STEFANINI, Irene et al. Role of social wasps in *Saccharomyces cerevisiae* ecology and evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 109, n. 33, p. 13398-13403, 2012.

Pensando

O que é o mel?

O que é hidromel?

Por que o mel não estraga?

Por que precisamos utilizar mel cru, ou adicionar leveduras, para produzir hidromel?

Qual o motivo do mel não fermentar?

Seria possível fazer com que o mel fermentasse?

Material e Métodos

Tempo:

- 2 a 4 semanas

Materiais:

- Vidro de conserva de boca larga ou pote de cerâmica ou balde plástico para alimentos. Deve ser largo e ter espaço sobrando para possibilitar mexer vigorosamente e ter uma grande interface do líquido com o ar.
- Válvula airlock, colher, pano de prato e elástico/barbante.
- 1 xícara de mel (200 a 250 ml).
- 1 Litro de água.
- Opcional - Um punhado de frutas de casca comestível, podem ser secas ou frutas vermelhas orgânicas frescas.

Modo de preparo:

1. Misture o mel com a metade da água no recipiente, deixando espaço para mexer bem até dissolver todo o mel. Adicione as frutas, caso queira, e mexa novamente.
2. Cubra com um pano, prenda bem com o elástico, e deixe fermentar a temperatura ambiente. Mexa sempre e cubra, umas duas vezes ao dia (de manhã e de noite). Mexer bastante ajuda a oxigenar a mistura e distribui as leveduras do mel, das frutas e do ar. Faça isso durante uns 4 dias, mais ou menos, dependendo da temperatura.
3. A bebida deve ficar borbulhante e aromática (frutado e cítrico). Continue mexendo enquanto a atividade permanecer vigorosa. Quando parecer diminuir, deixe por cerca de mais uma semana fermentando.
4. Coe para retirar as frutas e transfira para uma garrafa de vidro, plástico ou cerâmica. Feche utilizando uma válvula airlock ou improvisando com uma bexiga ou deixando a tampa mal rosqueada de modo a evitar a entrada de ar sem acumular pressão.
5. Deixe fermentar por mais algumas semanas, você pode ir bebendo para provar a evolução ao longo do tempo e decidir como prefere. É uma bebida que traz resultados rápidos sendo apreciada jovem. Beba ou deixe maturando.

Fonte: Criação dos autores

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
PROEX



Experimentoteca
Biotec - 10

Fermentação – Hidromel



Responsável – Alexandre

Revisão – Gerlinde Teixeira

e-mail: gerlinde_teixeira@id.uff.br

Rua Jansen de Melo, 174, Centro Niterói
(Próximo ao 12º Batalhão da Polícia Militar)
55 21 2629-9611

Problematizando a feitura do hidromel

Colocar mel cru em dois potes, e, em apenas um deles, adicionar água potável. Cubra-os.

Resultados

Observar o que ocorre ao longo do tempo.

	Pote 1 (mel NÃO diluído com água)	Pote 2 (mel diluído com água)
Descreva alterações visíveis que ocorreram		
A partir de quanto tempo		
Quais aromas pode sentir ao cheirar os potes?		
Que lembranças trazem?		
Descreva a aparência		
Observações?		

OBS:

Durante a produção é importante registrar cada etapa da produção, para que se chegue às condições e métodos ideais de preparo, principalmente se for fermentar por mais tempo, engarrafar e envelhecer. Para obter uma bebida amadurecida é preciso aguardar um bom tempo para ver os resultados. Por isso, começar com fermentados simples, produzindo e consumindo ainda frescos, em pequenas levas, é ótimo para se familiarizar e entender os processos e etapas.

Não há proporções e pesos corretos, existem diversas receitas variando quantidades e qualidade de água e mel, com ou sem adjuntos como especiarias e frutas. Mais mel deixará mais forte e alcoólico e, menos, ficará mais suave. A temperatura é uma variável comum a todas as produções de fermentados, quanto mais quente estiver mais rápido serão as reações e vice-versa.

Com uma pequena colher você pode provar seu hidromel durante o processo de amadurecimento. Uma vez que sentir que a doçura está diminuindo e aumentando a adstringência, secando a boca, quer dizer que houve conversão dos açúcares em álcool e compostos de aromas (frutados e cítricos entre outros). Como há a formação de álcool, é importante evitar a conversão a ácido acético (vinagre), causado pela oxidação do álcool, porque gera um sabor azedo. Uma vez observado que a formação de bolhas está diminuindo, é hora de parar de mexer e resfriar para decantar e consumir (questão de gosto também) ou envasar para guardar.

Figura 37 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-11 fermentados Vinagre

O que dizem os cientistas

O vinagre é um líquido ácido obtido por meio da fermentação de soluções contendo álcool, geralmente, a partir de matérias-primas como frutas e cereais que podem já ter passado por processamentos ou não, como da produção de vinhos. É o produto da oxidação do álcool pela ação de acetobacter, bactérias produtoras do ácido acético.

Quando a tentativa de produção de bebidas alcoólicas, como vinho, sidra etc., não dá certo, não é motivo para jogar tudo fora. Este produto serve como matéria prima para a produção de vinagres que possuem propriedades antimicrobianas e antioxidantes, o que contribui para sua utilização na conservação de alimentos. Além disso, estudos indicam que o consumo moderado de vinagre pode ter efeitos benéficos para a saúde, como auxiliar na regulação dos níveis de glicose no sangue e no controle do peso corporal.

A etimologia (origem) da palavra vinagre deriva do francês "vin"+"aigre" que, em português, significa "vinho" "azedo". Em outros idiomas as variações mantêm a origem francesa (vinagre): vinager (inglês), vinagre (português, espanhol, catalão entre outras de origem latina). No entanto, em outros idiomas assume nomes bem diferentes como no italiano, (aceto) alemão (essig), holandês (azijn).

Ótimos vinagres podem ser feitos de forma muito simples, usando apenas frutas, por exemplo, bananas. É a oxidação do álcool que o transforma em vinagre, este processo, denominado fermentação acética, é realizado por bactérias do gênero Acetobacter que convertem o álcool presente na solução em ácido acético, o componente predominante no vinagre, responsável pela sua acidez característica.

O vinagre também pode conter outros compostos orgânicos e minerais, dependendo da matéria-prima utilizada e do processo de fermentação o que lhe oferece diferentes sabores e odores, seguem alguns tipos de vinagre.

Vinagre de álcool ou Vinagre agrin	É o vinagre mais ácido, cor clara transparente, às vezes, colorido ou saborizado artificialmente. Tem uso frequente na culinária brasileira, mas não é recomendado para saúde.
Vinagre Balsâmico ou Aceto balsâmico	Muito apreciado como condimento. Tem cor escura, é um vinagre mais denso e sabor acentuado adocicado.
Vinagre de maçã	É o vinagre obtido da fermentação do suco de maçã. Tem cor clara transparente, menos ácido em comparação aos vinagres de vinho e agrin. Bom para a saúde por ser antioxidante.
Vinagre de vinho	É o vinagre da transformação do vinho. Pode ter cor clara transparente ou escura de acordo com o vinho de origem. De paladar acentuado é muito utilizado para marinar carne, temperar salada, fazer pickles, entre outros preparos.

Referências

KONDO, Tomoo et al. Vinegar intake reduces bodyweight, bodyfat mass, and serum triglyceride levels in obese Japanese subjects. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, v. 73, n. 8, p. 1837-1843, 2009.

TESSARO, Dinéia et al. Avaliação das fermentações alcohólica e acética para produção de vinagre a partir de suco de laranja. *Acta Scientiarum. Technology*, v. 32, n. 2, p. 201-205, 2010.

Pensando

Qual a origem da palavra vinagre?

O que é acre ou agre?

Por que o vinagre dura tanto tempo?

Vinagre estraga?

Do que pode ser feito o vinagre?

O que é difusão?

Como ocorre a difusão e dissolução de gases em líquidos, como na preparação de um refrigerante ou na oxigenação da água, em um aquário?

Material e Métodos

VINAGRE DE BANANA

Tempo de preparo: 5 a 7 dias

Materiais:

- 3 bananas passadas
- Tigela
- Pano
- Garfo
- frasco de pescoço estreito

Modo de preparo:

1. Descasque as bananas.
2. Amasse com garfo e faça uma pasta.
3. Deixe em uma tigela, coberta com um pano, para que fermentem.
4. Mexa frequentemente para evitar que se forme bolor (mofo) na superfície.
5. A pasta começará a se liquefazer e acidificar.
6. Prove de tempos em tempos até achar ácido o suficiente.
7. Então,coe com auxílio de um pano, para retirar os sólidos, e guarde em um frasco de pescoço estreito.

VINAGRE DE VINHO

1. Para fazer vinagre de vinho, ou a partir de qualquer bebida alcoólica, passe o líquido para um recipiente de boca larga, de modo a ter mais contato com o ar, acelerando o processo de oxidação.
2. Mexa sempre até avinagrar e a acidez alcançar o nível desejado a seu gosto e guarde, coado (se necessário) em frasco de boca estreita.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

PROEX



Experimentoteca
Biotec - 11

Fermentação – Vinagre



Responsável – Alexandre paoliello

Revisão – Gerlinde Teixeira

Rua Jansen de Melo, 174, Centro Niterói

(Próximo ao 12º Batalhão da Polícia Militar)

e-mail: gerlinde_teixeira@id.uff.br

Problematizando a feitura do vinagre

1. Utilize potes de volumes semelhantes mas com diâmetros variados, a fim de ter áreas de contato diferentes na interface da superfície do líquido com o ar



2. Preencha os potes com quantidades iguais de um precursor de vinagre, como o caldo de uma fruta fermentada ou uma bebida alcoólica.
3. Observe e compare as diferenças que ocorrerão ao longo do tempo, entre o pote de maior diâmetro que tem mais contato com o ar (oxigênio) e o estreito que tem mais volume em relação a superfície.

Resultados

Anote no Quadro suas observações

Medida do diâmetro	Diâmetro		
Cheiro			
Gosto			
Cor			
Estado físico			

Fonte: Criação dos autores

Figura 38 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-12 fermentados pickles

O que dizem os cientistas

A produção de pickles é uma técnica de conservação que aumenta a validade de alimentos perecíveis, oferece produtos fora de temporada e enriquece nutricionalmente, além de agregar valor e sabor. Essa técnica é uma forma antiga e tradicional de conservar alimentos, anterior ao surgimento de refrigeradores e geladeiras. Etimologicamente a palavra "pickles" deriva do holandês *pekel* ou do alemão *pökel*, que significa "sal" ou "salmoura", dois componentes muito importantes no processo de produção dos pickles.

Ao longo da história, esta técnica foi uma necessidade, pois era a melhor forma de conservar os alimentos por um longo período de tempo. Assim, o pickle é um alimento conservado em meio ácido (vinagre) ou fermentado em água e sal, resultando na transformação de sabores, texturas, aromas e aparências dos vegetais. É considerado uma técnica de conservação que possibilita o aumento da validade de produtos perecíveis, além de oferecer uma opção de consumo de vegetais fora de temporada enriquecendo nutricionalmente a dieta.

Pickles fermentados ainda possuem os benefícios dos microrganismos que repõem a microbiota, produzem e biodisponibilizam nutrientes. A produção de ácidos orgânicos durante o processo de fermentação diminui o pH do meio, o que ajuda na preservação dos alimentos, tornando-o um ambiente hostil para diversos organismos.

A produção de pickles envolve o controle do meio onde o alimento será acondicionado para influenciar quais microrganismos prevalecerão e quais serão evitados. A salga é utilizada para eliminar ou inibir microrganismos patogênicos e a produção de ácidos orgânicos, através da atividade metabólica de microrganismos selecionados, durante a fermentação também torna o meio hostil para diversos organismos ajudando na preservação dos alimentos. As mudanças nas propriedades sensoriais e nutricionais dos alimentos é um processo controlado de decomposição.

Na produção de pickles na salmoura, pode-se utilizar folhas verdes, como de uva, louro ou chá preto, ricos em taninos, que atuam na parede celular vegetal, ajudando o vegetal a manter-se firme e crocante. É importante que os alimentos fiquem submersos no líquido evitando contato com ar e formação de mofo (organismo aeróbio). Além disso, os recipientes não devem ser fechados hermeticamente, permitindo a saída dos gases produzidos durante a fermentação e evitando a pressurização do recipiente. Deixe a tampa levemente aberta ou cubra o recipiente com um pano (preso com barbante ou elástico) para proteger poeira e insetos.

Referência Bibliográfica

MAGALHÃES, M. A.; LUCENA, J. A. S. Processamento de pickles. 2016.
SOUZA, K. L. Fermentação láctica da pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*) para produção de pickles probiótico. Dissertação PPGCF UEFS 2017.
SANTOS, N. C et al. Elaboração de pickles em salmoura com adição de orégano.

Pensando

1. Como eram conservados os alimentos antes da invenção de refrigeradores?
2. Porque os vegetais em conserva se mantêm por longos períodos sem estragar?
3. O que ocorre durante a fermentação que evita o apodrecimento dos alimentos?
4. Qual a diferença entre decomposição/apodrecimento e fermentação?

Material e Métodos

Tempo de preparo: 20 minutos. Quantidades e tamanho de recipiente à escolha.

Materiais:

- vidro de conserva
- panela
- pepinos (finos ou fatiados)
- 1 xícara de água
- ½ xícara de vinagre de maçã (ou um de sua preferência)
- uma colher de sopa sal
- uma colher de sopa açúcar
- temperos a gosto (cebola, louro, pimenta, semente de mostarda, zimbro etc.)

Modo de preparo:

1. Remova as pontas dos pepinos. Fatie os pepinos e coloque dentro do pote ou deixe-os em pedaços compridos que caibam no pote, preenchendo todo o espaço até que os pepinos fiquem apertados para que não flutuem, para isso comprima-os bem no recipiente e mantenha-os pressionados para ficarem cobertos.
2. Em uma panela, misture o vinagre, a água, o açúcar, o sal e os temperos secos que quiser. Aqueça, até ferver e despeje a mistura fervente no pote com os pepinos (e com os temperos frescos como cebola, alho e pimenta), até encher por completo.
3. Feche o pote e deixe-o invertido (de "cabeça para baixo" 1ªs imagens da capa), por 7 dias, em temperatura ambiente ao abrigo da luz. Depois de uma semana, vire-o para ficar em pé e guarde na geladeira. Já pode provar.
4. Para saber por quanto tempo deixará maturando na conserva, prove os pickles de tempos em tempos e veja se gosta dele mais ou menos curtido no vinagre.

Universidade Federal Fluminense
PROEX



Experimentoteca
Biotec - 12

Fermentação - Pickles



Responsável – Alexandre Paoliello
Revisão – Gerlinde Teixeira

Rua Jansen de Melo, 174, Centro Niterói
(Próximo ao 12º Batalhão da Polícia Militar)
55 21 2629-9611
e-mail: gerlinde.teixeira@id.uff.br

OBS

- Caso queira fazer o pickle azedo, basta substituir a mistura aquecida a base de vinagre por água com sal, nesse caso não se deve aquecer
- Pepinos muito grossos ficam moles por dentro prefira os finos ou fatie.
- A quantidade de pepino fica por sua decisão, o ideal é que encha um recipiente com os pepinos bem presos/justos para que não boiem.
- Cubra com a salmoura preparada na proporção de 1½ colher de sopa de sal para 500 ml de água – é preciso misturar até o **sal dissolver completamente**.
- Caso os pepinos não estejam frescos, deixe-os em água gelada por algumas horas para revigorá-los
- O tempo de fermentação dependerá da temperatura, deixe fermentando até mudarem de cor, do verde escuro inicial para um verde mais opaco como da azeitona.
- Prove a cada um ou dois dias para determinar o grau de acidez que se desenvolve com o tempo.
- Se começar a amolecer ou não quiser que fique mais azedo, leve para geladeira.

Problematizando a feitura do pickles

1. Técnicas de produção:
Fazer um pickle do mesmo vegetal (pepino; cenoura; cebola; nabo etc) em meios diferentes, utilizando vinagre em um e salmoura em outro. Ambos submersos. Observe e sentir as diferenças.
2. Conservação:
Escolha um vegetal e armazene-o em dois potes, um apenas com o vegetal e outro submerso em vinagre ou salmoura. Observe por quanto tempo os produtos se matem íntegros e palatáveis.
3. Construa um quadro em que possa anotar observação como cor, cheiro, sabor dos vegetais, ao longo do tempo, por exemplo, a cada 2 ou 3 dias.

Resultados

Vegetal 1

	Vinagre	Salmoura	Sem nada
Dia 1			
Dia 3			
etc			

Fonte: Criação dos autores

Figura 39 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-13 fermentados iogurte

O que dizem os cientistas

O iogurte é um produto lácteo fermentado consumido há séculos em diferentes culturas ao redor do mundo. É obtido a partir da fermentação do leite por bactérias ácido-láticas, como *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*.

Estudos científicos têm investigado os efeitos da fermentação láctica no iogurte e seus potenciais benefícios à saúde. Os pesquisadores observaram que a fermentação láctica resulta em alterações na composição do leite, como a redução dos níveis de lactose e a produção de ácido láctico. Além disso, a fermentação também aumenta a digestibilidade das proteínas do leite, tornando-as mais facilmente assimiláveis pelo organismo.

Outra pesquisa, explorou as propriedades probióticas do iogurte ou seja aquelas que podem conferir benefícios à saúde quando consumidas em quantidades adequadas. As bactérias ácido-láticas, como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, são consideradas probióticas, e podem ajudar a equilibrar a microbiota intestinal, fortalecer o sistema imunológico e melhorar a digestão. Além disso, a fermentação do iogurte também pode resultar na formação de peptídeos bioativos como enzimas capazes de quebrar as proteínas do leite em peptídeos menores, os quais possuem propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anti-hipertensivas e imunomoduladoras. Pesquisadores concluíram que o iogurte pode ter efeitos benéficos em diversos aspectos da saúde, como a melhoria da saúde gastrointestinal, a redução do risco de doenças cardiovasculares, a regulação da pressão arterial e a promoção da saúde óssea. Em resumo, o iogurte é um produto lácteo fermentado que contém bactérias ácido-láticas e oferece potenciais benefícios à saúde com destaque às suas propriedades probióticas, a melhoria na digestibilidade das proteínas do leite e a presença de peptídeos bioativos. O consumo regular de iogurte pode contribuir para uma microbiota intestinal saudável, fortalecer o sistema imunológico e ter impactos positivos em diversos aspectos da saúde.

Como muitos outros fermentados, os iogurtes podem ser perpetuados por muito tempo após a obtenção da primeira amostra. Assim, guarde um pouco da produção anterior para iniciar a próxima.

Como já vimos temos alguns caminhos para iniciar sua 1ª amostra

1. Comprar um iogurte natural que agrade seu paladar (cepas distintas de microrganismos desenvolvem sabores variados)
2. Deixar seu leite fermentar a temperatura ambiente com os microrganismos contidos no ar
3. Comprar um coelho comercial.

Referências bibliográficas

SOARES, D. S. et al. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zoot.* 63, (996-1002) 2011.
Ong, L. et al. *Food Science and Technology*, 43(1), 173-180. 2010.
El-Abbadi, N. H. et al. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80(2), 245-256. 2004.
Yadav, H. et al. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clin. Res. & Rev.* 8(4), 291-297. 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE PROEX



Experimentoteca
Biotec -13

Fermentação - iogurte



Responsável – Alexandre Paoliello
Revisão – Gerlinda Teixeira
e-mail: gerlinda.teixeira@id.uff.br

Rua Jansen de Melo, 174, Centro Niterói
(Próximo ao 12º Batalhão da Polícia Militar) 55 21 2629-9611

Pensando

Que sensação, e gosto, podemos sentir na boca, ao provar o iogurte?

Qual é a constituição do leite?

Do que se alimentam os microrganismos que produzem o iogurte, e o que geram?

O que faz o leite engrossar e virar iogurte?

Material e Métodos

Material

1. 170 g de iogurte natural (contendo apenas leite e fermento) sem adição de açúcar e sem saborizante (não deve estar gelado na hora de ser misturado com o leite)
2. 1 L de Leite (caso use o UHT, pode apenas aquecer a 46°C para adicionar o iogurte)
3. Ambiente aquecido para deixar o leite fermentar: isopor, forno pré aquecido por 15 minutos a 240 graus, recipiente embrulhado, iogurteira ou panela elétrica que mantenha a temperatura baixa constante (máximo 46 graus)

Modo de fazer

1. Aqueça o leite em fogo baixo mexendo sempre, até atingir 90 °C (termômetro culinário ou até começar a formar espuma na superfície - ± 15 minutos) O leite não deve ferver
2. Espere o leite amornar, (±45 °C) mexendo de vez em quando. Esse é ponto crítico. Se não tiver um termômetro culinário você deve conseguir manter seu dedo no leite por 10 segundos). **leite muito quente** - mata os *Lactobacillus*, microrganismos responsáveis pela formação do iogurte; **leite muito frio** - não estimula o crescimento e atividade dos *Lactobacillus*.
3. Misture partes iguais de iogurte e leite morno. Mexa bem para homogeneizar e acrescente esta mistura ao restante do leite, mexendo delicadamente.
 - a. Transfira a mistura para uma das três opções (pré-aqueça o recipiente): Um recipiente grande com boa retenção de calor (cerâmica, vidro ou ferro); Potes individuais (ramekims ou equivalentes) e em seguida coloque-os em uma bandeja ou travessa para levar ao ambiente aquecido; O(s) recipiente(s) da iogurteira ou equivalente
4. Deixe fermentar: o ideal é manter o leite morno pelo máximo de tempo possível. Para isto sugerimos:
 - a. Embrulhar a tigela com um pano grosso: cobertor ou bolsa de "panela de arroz".
 - b. Levar ao ambiente aquecido (forno aquecido, já desligado) ou em bolsa térmica contendo bolsas (ou garrafas) de água quente -mantendo a temperatura morna durante o período de fermentação.
 - c. O tempo de fermentação varia conforme as condições ambientais 8 a 12 horas
 - d. Resfrie seu iogurte na geladeira por pelo menos 2 horas antes de servir.
 - e. Consuma puro, com mel ou frutas.

- Armazenado em vasilhas tampadas, o iogurte dura até uma semana na geladeira.

Levando o iogurte ao próximo estágio...

Iogurte grego → coalhada seca → queijo

O iogurte grego é um iogurte com características do iogurte natural com um toque de adoçado derivado de suco de frutas (laranja) ou outros adoçantes (açúcar, mel, sucralose, stévia etc.)

A coalhada seca é o iogurte natural na consistência de um patê

O queijo se caracteriza pela sua consistência mais sólida

Materials

- Gaze (tecido de fralda de pano) ou pano de prato de uso exclusivo para queijos
- Peneira
- Vasilha funda (bowl, panela etc.) Lembre-se esta deve ser mais profunda do que sua peneira.
- Colher de pau
- Elástico ou barbante

Modo de fazer

1. Tendo obtido o iogurte natural coloque sobre uma vasilha, um coador forrado com um pano de malha fina (ou duas camadas de pano, caso a malha seja mais aberta).
2. Despeje cuidadosamente o iogurte no coador forrado
3. Dobre o pano sobre o coador
4. Deixe escorrer. Quanto mais tempo deixar escorrendo mais firme ficará passando de iogurte natural para a consistência de patê e chegando a ficar sólido como um queijo
 - Sugestão para consumo: como patê, tempere com sal e ervas, ou como preferir
 - O soro (o líquido que escorre) é rico em proteínas (whey) e você pode usá-lo em outras preparações de fermentados (por exemplo, pão, pickles e leite fermentado) ou em assados e cozimento de outros alimentos, misturado ou em substituição à água

Problematizando a feitura do iogurte

1. Prove uma colher de leite e, depois, uma colher de iogurte. O que percebe?
2. Faça separadamente iogurtes utilizando leite integral e leite desnatado. Quais são as diferenças no produto?
3. Utilize, em potes diferentes, leite sem aquecer e leite aquecido para inocular o iogurte e veja o que ocorre em intervalos de oito horas.
4. Separe os componentes do leite utilizando um ácido orgânico fraco, cítrico ou acético (limão ou vinagre), para coagular as proteínas (caseína), depois filtre em um pano ou filtro de café, coletando o soro, depois reduza (evapore) em temperatura baixa, para concentrar as proteínas restantes (whey protein).

Fonte: Criação dos autores

Figura 40 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-14 fermentados levain

O que dizem os cientistas

Fungos e bactérias, dispersos no ar, podem se depositar sobre qualquer vegetal, como nos cereais usados para fazer farinhas. Quando hidratados, os microrganismos proliferam e consomem a matéria orgânica, produzindo ácidos que criam um ambiente favorável para seu próprio crescimento.

No processo de produção do pão, o levain (ou massa madre ou sourdough) é utilizado como starter (iniciador em inglês), dando início à fermentação da massa. As leveduras contidas no levain consomem os carboidratos dos cereais, quebram compostos como o glúten e aumentam a biodisponibilidade de nutrientes. Como sub-produtos geram gases, ácidos orgânicos e compostos aromáticos.

Existem duas maneiras de preparar um fermento biológico natural. Uma delas é misturar farinha(s) de cereal(is) (que contém leveduras naturalmente) com água e deixar exposto em um recipiente aberto, em local arejado, para que as leveduras presentes no ar possam inocular a mistura. A fermentação iniciará após alguns dias, caracterizada pelo crescimento da mistura e formação de bolhas. Nesse ponto, já pode-se utilizar como starter para fermentar uma massa, reservando uma pequena parte da massa para inocular a próxima produção. Outra forma de iniciar um fermento biológico natural é submergir em água alguma fruta (maçã, uva, abacaxi, maracujá etc.). Após três dias, é possível observar bolhas derivadas da fermentação. Essa mistura com atividade biológica deve ser coada para descartar a polpa da fruta e usar o líquido resultante para hidratar e inocular uma farinha, criando assim uma massa com consistência de mingau, esse será o fermento biológico natural que deve ser alimentado, para se manter vivo e vigoroso, e usado na produção de pães. Em cada produção, parte da massa fermentada deve ser reservada e alimentada com mais farinha para inocular a próxima produção. Ao hidratar uma farinha, ocorre a autólise (rompimento das células) da farinha, liberando componentes que iniciam a formação do glúten. Este confere estrutura, firmeza e flexibilidade à massa, restando os gases produzidos durante a fermentação que resulta em seu crescimento e formação de alvéolos, os buracos vistos na massa do pão.

O processo de fermentação demanda tempo para que as reações bioquímicas ocorram. Por isso é que o fermento biológico, não pode ser aquecido imediatamente, pois o calor causaria a morte dos microrganismos e o pão não cresceria. Após o tempo de fermentação, a retenção dos gases na massa será realizada ao assar o pão. Por outro lado, os fermentos químicos, como o fermento em pó, atuam de forma quase instantânea, devendo ser adicionados no final do processo de preparo da massa imediatamente antes do cozimento. O efeito final de aerção da massa é similar, o gás, dióxido de carbono, produzido, ficará retido na massa assada. Os fermentos químicos são substâncias que, em meio líquido, liberam gases que são emulsionados e retidos na massa quando aquecidas. Diferente dos fermentos biológicos, os fermentos químicos **não requerem** tempo de atuação.

Referências Bibliográficas

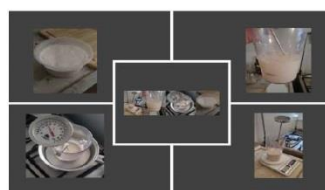
NODARI, M. L. Elaboração de um Levain comercial a partir de leveduras obtidas de frutas orgânicas. 2014.
GONÇALVES, F. T. et al. Uma proposta de experimentação investigativa no ensino de ciências: a produção de Levain. I Simpósio Sul-Americano de Pesquisa em Ensino de Ciências, n. 1, 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
PROEX



Experimentoteca
Biotec - 14

Fermentação – Levain



Responsável – Alexandre Paoliello
Revisão – Gerlinde Teixeira
Rua Jansen de Melo, 174, Centro Niterói
(Próximo ao 12º Batalhão da Polícia Militar)
55 21 2629-9611
e-mail: gerlinde.teixeira@id.uff.br

Pensando

Como se prepara o fermento do zero?
Como o fermento atua?
Quais são os resultados esperados da ação do fermento?
Quais as diferenças entre fermento químico e biológico?

Material e Métodos

Materiais:

1. Recipiente (de vidro, cerâmica ou plástico)
2. Farinha de trigo (20g aproximadamente)
3. Água mineral ou filtrada e fervida (20g aproximadamente)
4. Pano ou guardanapo ou toalha de papel (uma barreira para cobrir o recipiente de forma a permitir a passagem do ar e impedir que insetos entrem no frasco)
5. Uma balança (não é indispensável)
6. Barbante ou elástico

Modo de preparo:

1. Misture a farinha e a água no recipiente limpo (em partes iguais).
2. Tampe com o pano e prenda ele ao recipiente com um barbante ou elástico.
3. Faça a marcação do nível da mistura para poder acompanhar e visualizar o aumento de volume quando a mistura começar a crescer, pode marcar riscando o recipiente com uma caneta ou colocando uma fita crepe.
4. Guarde em temperatura ambiente, ao abrigo da luz direta do sol.
5. Repita o primeiro processo (adição de duas partes iguais de farinha e água em uma parte da mistura que foi feita, proporção 2:2:1) a cada 24h, o tempo para começar a ter atividade varia com a concentração de microrganismos, teor de proteínas da farinha e temperatura do local.
6. Pode apresentar atividade, com formação de bolhas, em dois ou três dias, mas, pode ser que passem mais dias sem atividade, não se preocupe, continue repetindo o processo e terá fermentação ativa com o surgimento de bolhas. Caso necessário, descarte parte da mistura ou inicie com uma quantidade menor (5g). O descarte pode ser utilizado em receitas, uma vez que é meio a meio farinha e água, é só pesar e substituir.
7. Quando o seu fermento estiver apresentando atividade (formando bolhas), dobrando ou triplicando de tamanho, após as refrescas (adição de farinha e água), é hora de armazená-lo num ambiente refrigerado (caso não seja usado com muita frequência).
8. A partir daí é só refrescar sempre que for usar para fazer uma receita e sempre lembrar de manter um pouco do fermento para as próximas vezes.

Problematizando a feitura do levain

Experimento 1

- Coloque em dois potes uma mesma quantidade de levain.
- Pesar quantidades iguais de sal e de açúcar e colocar um em cada pote.
- Observe e anote o que ocorre nos potes, em poucas horas? Em dias? Em meses?
 - Apresentam alterações como bolhas, muda de cor etc.?
 - Quanto aos aromas? Tem diferenças?
- Crie um quadro, como exemplificado, para sistematizar seus resultados e anote

	Levain + açúcar				Levain + sal			
	Bolhas	Cor	Aroma	Volume	Bolhas	Cor	Aroma	Volume
1 hora								
4 horas								
1 dia								
1 semana								

- Como você explicaria os resultados?

Experimento 2

- Coloque 10g de fermento químico em um pequeno pote e, em outro, 10g de fermento biológico, adicione 10ml de vinagre nos potes e veja o que acontece.
- Em seguida acrescente a estas misturas 10g de farinha de trigo e marque com caneta permanente ou um pedaço de fita adesiva o nível da mistura.
- Deixe descansar.
- O que ocorreu em cada recipiente? _____
- Quais as diferenças? _____

Resultados

- Reflita sobre as diferenças entre os tipos de fermento.
- Agora você deve conseguir explicar para as pessoas por que a ordem de colocar fermento biológico na massa é diferente de colocar fermento químico. Leia o que dizem os cientistas para ver se suas conclusões estão adequadas

Fonte: Criação dos autores

Figura 41 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-15 fermentados chucrute

O que dizem os cientistas

O chucrute é um prato tradicional de conserva de repolho fermentado, é originário da Europa Central. É preparado através da fermentação láctica do repolho, resultando em uma mistura ácida e crocante. Ao adicionar sal a um vegetal, este solta seus líquidos por osmose. O repolho é constituído em grande parte por água, libera sumo o suficiente para que suas folhas fiquem submersas em seu próprio líquido, técnica chamada de salga seca. Uma vez em um meio salgado e submerso, os microrganismos presentes no repolho dão início à fermentação produzindo gases e ácidos orgânicos, como o ácido láctico. As lacto bactérias que dominam o ambiente, diminuem o pH que, junto com o sal, conservam o vegetal por tornar o meio desvantajoso a outros organismos. Ao longo do tempo, os compostos produzidos alteram o sabor, textura e aparência do vegetal.

Estudos científicos têm investigado o processo de fermentação do chucrute e seus efeitos sobre a qualidade nutricional e probiótica do alimento. A análise deste processo demonstrou que a fermentação é conduzida principalmente por *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* e *Leuconostoc mesenteroides*, bactérias responsáveis pela produção de ácido láctico, que contribuem para a acidez característica do chucrute e sua conservação.

A investigação sobre compostos bioativos presentes no chucrute revelou a presença de compostos antioxidantes, como polifenóis e ácido ascórbico, com potenciais benefícios à saúde, ajudando a neutralizar os radicais livres e reduzindo o risco de doenças relacionadas ao estresse oxidativo. Além disso, a fermentação do chucrute também tem sido associada à formação de probióticos. Um estudo revelou que os *Lactobacillus plantarum* presentes no chucrute podem ser consideradas probióticas, pois sobrevivem ao trato gastrointestinal humano e têm potencial para promover a saúde intestinal.

A fermentação do repolho também pode resultar em alterações de sua composição nutricional. Estudos têm demonstrado um aumento na biodisponibilidade de vitaminas, como a vitamina C e algumas do complexo B, durante o processo de fermentação. Outra consequência da fermentação é o aumento a digestibilidade do repolho e redução de compostos anti-nutricionais.

Em resumo, o chucrute é uma conserva de repolho fermentado, rico em bactérias ácido-láticas, compostos antioxidantes e potenciais probióticos. Estudos científicos destacam sua capacidade de melhorar a qualidade nutricional do repolho e fornecer benefícios à saúde, promovendo um ambiente intestinal saudável e aumentando a disponibilidade de nutrientes.

Referências

MARCO, Maria L. et al. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. Current opinion in biotechnology, v. 44, p. 94-102, 2017.

VIANA, Julio Bezerra et al. Chucrute (sauerkraut) alimento e cultura. 2016.

SILVA, Luis Pedro Branco Martins da. Fermentação do tipo chucrute: uma abordagem com sabores tradicionais portugueses. 2021. Tese de Doutorado.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE PROEX



Experimentoteca
Biotec – 15

Fermentação - Chucrute



Responsável – Alexandre Paoliello
Revisão – Gerlinde Teixeira

Rua Jansen de Melo, 174, Centro Niterói
(Próximo ao 12º Batalhão da Polícia Militar)

Pensando

- Como ocorre a fermentação nos vegetais?
- Qual é a importância de fatar e adicionar sal aos vegetais?
- Porque o repolho fermentado (chucrute) não estraga, mesmo fora da geladeira, por muito tempo e até melhora?

Material e métodos:

PARA A FERMENTAÇÃO

Tempo de preparo 40 minutos

Materiais

- Bacia
- Colher
- Pote de boca larga de vidro ou cerâmica
- Faca, mandolim (fatiador) ou processador

Ingredientes

- 1 Repolho de (preferência com as folhas de fora)
- Sal
- Temperos de sua preferência, à gosto (pimenta, louro, semente de mostarda etc)

Modo de fazer

- Retirar as folhas de fora e reservar (primeira imagem da capa deste folheto)
- Fatar o repolho bem fino.
- Em uma bacia média colocar um punhado (uma mão cheia) de repolho fatiado e uma colher de chá de sal (segunda imagem)
- Amassar bem até amolecer e soltar o líquido do repolho (o sal desidrata)
- Transferir tudo (repolho e líquido) para uma vasilha maior (vidro, cerâmica ou madeira) (terceira imagem)
- Repetir o procedimento até acabar o repolho fatiado
- Cobrir com as folhas de repolho reservadas e colocar um objeto para fazer peso em cima, de tal modo que o repolho seja comprimido e afunde, fazendo com que o líquido cubra as folhas da superfície, criando, assim, um ambiente anaeróbico, sem oxigênio
- O objeto usado como peso, pode ser um pote menor, que caiba no recipiente, ou um saco plástico para alimentos, preenchido com a salmoura formada pelo líquido do repolho com o sal. Tampe o recipiente de forma não hermética.
- Deixar fermentando por mais ou menos duas semanas – em temperatura ambiente (se no verão, em geladeira) – Se tampado, abra diariamente para aliviar a pressão
- Após 3 ou 5 dias, aparecerão bolhas de gás, resultantes do processo de fermentação
- A partir daí, a acidez aumentará, lentamente e gradativamente, assim como os sabores e aromas, que se tornarão cada vez mais complexos.
- Prove de tempos em tempos para identificar em qual momento terá o resultado que mais agrada o seu paladar
- Após fermentar o suficiente para o seu gosto, conserve em geladeira ou deixe apurar

Problematizando a feitura do chucrute

1. Osmose, difusão, área de contato e interações inter e intra moleculares:
 - Retire 4 folhas inteiras
 - Divida o repolho em 4 partes iguais
 - Corte 1/4 do repolho em fatias de 5cm
 - Corte 1/4 do repolho em fatias de 1cm
 - Corte 1/4 do repolho em fatias de 0,5 cm
 - Corte 1/4 do repolho em fatias de 0,1 cm
 - Divida cada preparo em 2 (no final terá 10 amostras do mesmo repolho)
 - Adicione a mesma quantidade de sal em cada amostra
 - Amasse por 5 minutos metade de cada preparação
 - Observe o resultado.

Resultados

Amassado

	Sem sal		Com sal	
	Volume de líquido	Volume do legume	Volume de líquido	Volume do legume
Folha inteira				
fatias de 5,0 cm				
fatias de 1,0 cm				
fatias de 0,5 cm				
fatias de 0,1 cm				

NÃO Amassado

	Sem sal		Com sal	
	Volume de líquido	Volume do legume	Volume de líquido	Volume do legume
Folha inteira				
fatias de 5,0 cm				
fatias de 1,0 cm				
fatias de 0,5 cm				
fatias de 0,1 cm				

O que pode observar? _____
 Relacione as observações com as variações do experimento. _____

Fonte: Criação dos autores

Figura 42 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-16 fermentados Sidra

O que dizem os cientistas

A sidra é uma bebida alcoólica obtida através da fermentação do suco de maçã fresco ou mosto de maçã. É uma bebida tradicionalmente consumida em diversas regiões do mundo, especialmente em países como Espanha, França, Reino Unido e Estados Unidos.

Para a obtenção da sidra as leveduras contidas no mosto (naturalmente ou intencionalmente inoculadas) convertem os açúcares presentes no mosto em ácidos orgânicos e dióxido de carbono – produtos do processo de fermentação alcoólica. Esse processo ocorre de forma espontânea, com as leveduras naturais presentes na casca das maçãs, ou por meio da adição de leveduras selecionadas.

A composição química da sidra varia de acordo com o tipo da maçã utilizada, o processo de fermentação e o tempo de armazenamento. A sidra é caracterizada por possuir um teor alcoólico geralmente entre 4% e 8%, além de apresentar acidez, aroma e sabor característicos das maçãs utilizadas e, pode ser feito com outra fruta, como peras.

Estudos científicos têm demonstrado o potencial antioxidante da sidra, atribuído aos compostos fenólicos presentes nas maçãs. Esses compostos podem contribuir para a proteção contra danos oxidativos no organismo quando consumidos com moderação. Além disso, a sidra também pode conter outros nutrientes benéficos, como vitaminas, minerais e fibras, provenientes das maçãs utilizadas na produção.

O suco de fruta fresco, feito na hora, fermenta espontaneamente e rápido. É assim que sempre foi feito o vinho, com as leveduras naturalmente presentes na casca da uva. O mesmo ocorreu com a maçã. Ao desenvolverem métodos de isolar leveduras foi possível ter controle da qualidade e as características dos microrganismos inoculadas, no intuito de controlar o produto. Por outro lado, isso compromete a riqueza, variedade e espontaneidade dos microrganismos naturais e selvagens.

O ato de mexer, durante a produção de fermentados, estimula a fermentação, incorporando ar e distribuindo as leveduras que recaem sobre a superfície ao mesmo tempo que impede o desenvolvimento de eventuais bolores aeróbicos.

Depois de experimentar treinar e testar esse método, caso queira investir na sua bebida, pode tentar controlar a temperatura com auxílio de um cooler ou refrigerador com termostato, controlando assim a fermentação, para gerar mais ou menos ésteres e outros subprodutos do processo e utilizar leveduras próprias para sidra (com auxílio de leveduras, pode usar suco pasteurizado, basta não ter conservantes).

Referências Bibliográficas

Ubeda, C., et al Fermentation 5(2), 38. (2019)
SIMÕES, Deise Rosana Silva; WASZCZYNSKYJ, Nina; WOSIACKI, GILVAN. Aromas em maçãs, suco e sidra, v. 27, p. 153-172, 2009.
Caldeira, L., et al (2010). Fermented beverages from tropical fruits. In Fermented Foods and Beverages of the World (pp. 305-329). CRC Press.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
PROEX



Experimentoteca
Biotec - 16

Fermentação – sidra



Responsável – Alexandre Paoliello
Revisão – Gerlinde Teixeira

Rua Jansen de Melo, 174, Centro Niterói
(Próximo ao 12º Batalhão da Polícia Militar)
55 21 2629-9611
e-mail: gerlinde_teixeira@id.uff.br

Pensando

Do que é feito a sidra?
Quais componentes têm na fruta que faz com que ela fermente?
Existe álcool etílico produzido espontaneamente na natureza?
Quais são os elementos necessários para produzirmos o álcool etílico?
Onde podemos encontrar microrganismos fermentadores no meio ambiente?
O que é a fermentação?

Material e Métodos

Tempo de preparo: 1 hora de preparo e Cerca de uma semana para fermentar.

Materiais:

- Tigela, pote de cerâmica, vidro de conserva ou recipiente com ampla área de superfície e com espaço extra que possibilite mexer vigorosamente.
- Liquidificador; pano para coar; colher para mexer
- Suco natural de maçã, pera ou outra fruta (ideal usar suco natural, caso opte por suco industrializado veja o rótulo para certificar-se de que seja puro e sem conservantes).

Modo de preparo:

- Extrair o suco da fruta com uma prensa ou processador ou liquidificador, uma vez feito isso basta coar e deixar o suco fermentar à temperatura ambiente em um recipiente de boca larga que proporcione uma grande área superfície de contato com o ar.
- Após extrair o suco, as cascas podem ficar alguns minutos em contato com o líquido, antes de coar, caso queira extrair cor e taninos para incorporar à bebida.
- Mexa vigorosamente de tempos em tempos (umas duas ou três vezes por dia) e deixe coberto com um pano para permitir a entrada de ar e leveduras e proteger de insetos e moscas que virão, atraídos pelos odores da fermentação.
- Nos primeiros dois ou três dias (dependendo da temperatura) aparecerão bolhas, continue mexendo com frequência para intensificar o borbulhamento. A formação de bolhas aumentará até atingir um pico e diminuirá.

Observações:

- A partir da diminuição da formação de bolhas, vá provando enquanto a fermentação evolui. Ao longo de dez dias a bebida passa por características como "doce, levemente alcoólico" para "mais forte, perdendo a doçura, mas nada azedo" e então "um toque azedo". É de sua escolha, e paladar, deixar mais ou menos dias fermentando.
- Em cerca de uma semana é possível ter uma sidra jovem e refrescante, pronta para beber.
- À medida que a fermentação desacelera, as bactérias acéticas, em presença de oxigênio, começam a transformar o álcool em vinagre. Caso queira e volu a bebida maturando por mais tempo deixando-a mais seca, é preciso protegê-la do ar utilizando um garrafão para bebidas fermentadas, de gargalo estreito, e algum tipo de válvula *airlock*.

Problematizando a feitura da sidra

- Em dois potes, separe quantidades iguais de sumo de maçã (maçã batida e coada).
- Tampe um deles e deixe o outro aberto.
- Acompanhe o que ocorre ao passar do tempo?
- Ambos se mantiveram conservados?
- Fermentaram ou apodreceram?
- Apresentaram aromas agradáveis ou desagradáveis?

Anote seus resultados

	Vidro Aberto			Vidro Fechado		
	Odor	Sabor	Conservação	Odor	Sabor	Conservação
Tempo 1						
Tempo 2						
Tempo 3						
Tempo 4						
Tempo 5						
Tempo 6						

Refleta sobre seus achados.

Fonte: Criação dos autores

Figura 43 - Reprodução do layout do fascículo Biotec-17 fermentados Kombucha

O que dizem os cientistas

A Kombucha é uma bebida de origem asiática, levemente ácida, de sabor suave que pode ser gaseificada, frizante ou sem gás, saborizada ou não. É um fermentado a partir do chá (*Camellia sinensis*) adoçado, pela ação do SCOBY (*Symbiotic Culture of Bactérias and Yeast*).

Cultura Simbiótica de Bactérias e Leveduras), que se alimenta dos nutrientes extraídos da infusão das folhas do chá e da glicose, gerando gases e ácidos orgânicos. Embora seja recomendado que o chá utilizado seja de chá verde, preto ou branco, outros defendem que, independentemente da erva utilizada na extração (mate, camomila, capim limão, hibisco etc.), o que caracteriza a kombucha é a inoculação de microrganismos provenientes de outra kombucha, o SCOBY.

A composição da bebida pode variar de acordo com as técnicas aplicadas em sua produção, da qualidade do chá utilizado, tempo de extração, composição da água e tipos de açúcar, além das diferentes proporções entre eles. A fermentação produzirá etanol e este será oxidado em ácido acético, criando um meio favorável para as bactérias acéticas e leveduras. É um meio com baixo teor de álcool e ácido, mas capaz de inibir e/ou desacelerar o crescimento de organismos indesejados como mofo e bolores. Há também uma inibição por dominância do SCOBY na competição de recursos.

A fermentação ocorre em 2 tempos. Durante a 1ª fermentação (F1) ocorre a produção de uma película de celulose na superfície, resultado da ação das bactérias, também conhecida como "mãe". Esta funciona como uma barreira de proteção na superfície da bebida impedindo o contato com o oxigênio e assim evitando o aumento da acidez. Para alguns essa película é conhecida como o SCOBY, no entanto é apenas um resíduo de sua produção, uma vez que o SCOBY de fato está disperso por toda a bebida. O SCOBY resiste a um teor de aproximadamente 0,5% de álcool, acima disso os microrganismos começam a morrer. Durante a 2ª fermentação (F2) ocorre a carbonatação.

Durante a fermentação, o SCOBY metaboliza os nutrientes do chá, resultando na produção de ácidos orgânicos, compostos antioxidantes e outras substâncias bioativas. Esses compostos podem contribuir para as propriedades medicinais e terapêuticas da bebida. Assim o Kombucha é uma bebida probiótica, nutritiva, de baixo teor de açúcar, com propriedades medicinais e terapêuticas se consumida com frequência. Auxilia na reposição da flora intestinal favorecendo o equilíbrio da microbiota gastrointestinal, bom como associação à proteção contra doenças cardiovasculares, inflamação e estresse oxidativo. Foram identificadas a presença de polifenóis, ácidos orgânicos e outras substâncias antioxidantes na bebida fermentada.

Referências

Jayabalan, R. et al. *Compre. Rev. in Food Sci. and Food Safety*, 13(4), 538-550. 2014.
Marsh, A. J. et al. *Food Microbiology*, 38, 171-178. 2014.
Sreeramulu, G. et al. *J. Agricul. & Food Chemistry*, 48(6), 2589-2594. 2000.
Malbaša, R. V. et al. *Food Chemistry*, 114(1), 376-382. 2009.
MARTIN, J. G. P.; et al. *Microbiologia de alimentos fermentados*. Editora Blucher, 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE PROEX



Experimentoteca
Biotec - 17

Fermentação - Kombucha



Responsável – Alexandre Paoliello
Revisão – Juliana Mendes & Gerlinde Teixeira
e-mail: gerlinde_teixeira@id.uff.br

Rua Jansen de Melo, 174, Centro Niterói
(Próximo ao 12º Batalhão da Polícia Militar)
55 21 2629-9611

Pensando

- Qual a diferença entre chá e infusão? _____
- Qual a relação entre kombucha e biofilme? _____
- O que é um consórcio de microrganismos? _____
- Por que estes consórcios são tão difíceis de serem eliminados de um ambiente? _____
- Quais são os riscos e os benefícios de um ambiente estéril? _____
- Quais são os riscos e os benefícios de um ambiente colonizado? _____

Material e Métodos

Materiais:

- Água filtrada
- Chá verde ou preto (*Camellia sinensis*)
- Açúcar
- Starter
- Recipiente - vidro, aço inox ou plástico alimentício
- Pano limpo tipo voal, TNT ou malha fina
- Barbante ou elástico.
- Garrafa com tampa (resistente à pressão)

OBS: Açúcar de qualidade e boa procedência (apesar de não interferir tanto em detalhes, a qualidade do açúcar utilizado muda visivelmente a formação e o aspecto da camada de celulose)

Modo de preparo

- Para 1L água quente fervida adicione 5g de chá e deixe de 10 a 15 min em infusão. A qualidade do chá é crucial para a qualidade da bebida pois os organismos fermentadores dependem da qualidade, da quantidade e das proporções dos nutrientes que serão extraídos. O tempo de extração também é importante tempo demais extrai muito nitrogênio, levando a uma produção excessiva de enxofre durante a fermentação, gerando mal cheiro e sabor desagradável na bebida.
- Após o tempo de infusão, com a bebida ainda quente, coa-se o chá, com a malha fina, e adiciona-se o açúcar, utilizando o calor residual como esterilizante de microrganismos indesejados. A qualidade e quantidade do açúcar também levará a variações na fermentação e no produto.
- Após o chá adoçado resfriar, à temperatura ambiente, inocula-se a cultura, e então o recipiente deve ser coberto com material que evite o contato com poeira e a entrada de insetos, porém permita a passagem de ar, como um pano por exemplo.
- A kombucha deve ser mantida, durante a 1ª fermentação, em local arejado ao abrigo da luz solar direta por um tempo que varia de 7 a 12 dias, dependendo da temperatura local, quanto mais quente mais rápido fermentará e vice-versa. Temperatura ideal em torno de 30°C.
- Após esse período a bebida estará com acidez adequada e nível baixo de açúcar, o

suficiente para a segunda fermentação. Esse quesito varia de acordo com paladar e intenção de carbonatação.

- Para a 2ª fermentação, a bebida é coada e transferida para outro recipiente descartando-se o corpo de fundo formado por sedimentos, resíduos e restos de microrganismos.
- Retire uma pequena parte da bebida fermentada para ser utilizada como starter e inocular um novo lote. Este inoculo pode ser armazenado junto com a película de celulose em um recipiente, alimentado com chá adoçado em intervalos, em média, de um mês em que se formará a película na superfície novamente. As películas guardadas geram um ambiente cada vez mais ácido (como vinagre) criando uma reserva, um backup, chamado de "hotel".
- Feita a troca de recipiente (transfega), a bebida fermentada contendo ácidos orgânicos e açúcar residual, é fechada hermeticamente e isolada do oxigênio, de modo a evitar a continuidade da formação de ácido acético pelas bactérias acéticas, favorecendo o acúmulo e dissolução de gás carbônico (carbonatação). Essa fase demora em torno de 14 a 30 dias, dependendo da temperatura e da quantidade de açúcar residual no momento da trasfega e vedação.
- Para a produção de uma bebida com teores mais elevados de álcool, chamada de hard kombucha deve ser inoculado, na F2, leveduras utilizadas na produção de vinho e cerveja, que aguentam concentrações maiores de álcool.
- Atingindo a pressão desejada, que pode ser aferida por uma garrafa com medidor ou através de uma amostra em garrafa flexível (pet), resistente à pressão, a bebida é colocada na geladeira. Após descansar, pode ser consumida - tem aspecto semelhante ao refrigerante.
- O Kombucha pode também ser saborizado de incontáveis maneiras. Combina bem com ervas e cascas de frutas cítricas, assim como o chá. Existem técnicas de saborização, adição de extratos, adição de concentrados, saborização direta introduzindo produtos entre a F1 e a F2, utilizando um extrato antes mesmo da F1 para fermentar junto etc. as possibilidades são inúmeras. Frutas podem interferir na fermentação e carbonatação, além de modificar as características organolépticas.

Problematizando a feitura da Kombucha

- Altere a qualidade, quantidade de chá, tempos de infusão e quantidade de açúcar. Observe a formação da película de celulose. Saboreie a produção de compostos durante a fermentação, como gases e ácidos orgânicos.
- Coloque uma kombucha vedada e outra com cobertura respirável.
- Coloque um recipiente no armário fechado e outra em ambiente arejado.
- Produza uma leva onde em uma parte é inoculado a película de celulose e na outra o líquido de uma kombucha pronta.
- Deixe uma leva ao abrigo da luz direta e outra exposta.

Fonte: Criação dos autores

5.7 Minicursos

A partir das atividades realizadas foram propostas atividades a serem realizadas como decorrência desta tese, em forma de minicursos.

5.7.1 Curso de extensão

O Curso intitulado "**Utilização de Fermentados e a Ciência Intrínseca aos seus Processos de Produção para o Ensino de Biologia**" é direcionado a estudantes de Biologia (Licenciatura). Tem como objetivo apresentar conhecimentos sobre a utilização de fermentados e a ciência relacionada aos seus processos de produção para enriquecer o aprendizado de biologia. Na abertura do curso será ressaltado a importância do tema para a formação dos futuros professores de biologia, apresentado o cronograma explicitando os quatro módulos que abordarão aspectos dos fermentados e sua relação com a biologia.

1º módulo: Fundamentos da fermentação, destacando os diferentes tipos de fermentados e os microrganismos envolvidos nesses processos, ressaltando a importância de compreender a bioquímica e a microbiologia por trás dos fermentados para promover uma aprendizagem mais significativa da biologia.

2º módulo: As diferentes etapas do processo de produção de fermentados, desde a seleção e preparo dos ingredientes até o controle de qualidade. Serão apresentadas técnicas e boas práticas utilizadas na indústria de fermentados, assim como as principais transformações químicas e biológicas envolvidas nesses processos.

3º módulo: Exemplos de como os fermentados podem ser explorados no ensino de biologia, relacionando os conceitos científicos com a prática através de atividades e experimentos que podem ser realizados em sala de aula, estimulando a curiosidade e o aprendizado dos alunos.

4º módulo - Questões nutricionais e de saúde relacionadas ao consumo de fermentados. Discutir os benefícios e os cuidados necessários ao consumir esses alimentos, levando em consideração fatores como a fermentação, a presença de probióticos e as características individuais de cada pessoa.

Durante cada módulo, serão abertos espaços para perguntas e discussões, permitindo aos participantes esclarecerem dúvidas e compartilhar experiências relacionadas aos temas abordados.

Quadro 18 – Síntese das atividades do minicurso proposto

Módulo	Prática:	Teoria:*	Estudos dirigidos**	Exemplos de atividades práticas***
1 Fundamentos da fermentação e microrganismos envolvidos	Realização de uma fermentação caseira, como a produção de pão ou iogurte, para observar as transformações bioquímicas e microbiológicas que ocorrem durante o processo (experimentoteca Biotec – 13 ou 14).	Estudo dos diferentes tipos de microrganismos envolvidos na fermentação, como leveduras, bactérias lácticas e bactérias acéticas, e a compreensão dos mecanismos bioquímicos que levam à produção de álcool, ácido láctico, ácido acético, entre outros compostos.	Pesquise sobre os diferentes tipos de microrganismos utilizados na produção de fermentados, como <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (levedura de pão e cerveja), <i>Lactobacillus</i> spp. (bactéria láctica) e <i>Acetobacter</i> spp. (bactéria acética). Explore suas características, metabolismo e os produtos resultantes de sua atividade fermentativa. Referência: Campbell-Platt, G. (2018). <i>Fermented Foods: The Science and Practice of Fermented Foods</i> , Second Edition. Wiley-Blackwell.	Observação microscópica de culturas de fermentados: - Coletar amostras de diferentes fermentados, como iogurte, Keffir ou vinagre. - Preparar lâminas microscópicas com pequenas quantidades das amostras. - Observar as amostras ao microscópio para identificar diferentes microrganismos presentes. - Discutir as características morfológicas dos microrganismos e sua relação com a fermentação.
2 Processo de produção de fermentados e controle de qualidade	Realização de uma visita a uma fábrica ou indústria de fermentados, onde os participantes possam acompanhar as etapas do processo de produção e observar as medidas de controle de qualidade adotadas (Experimentoteca Biotec – 12)	Explicação sobre os diferentes métodos de controle de qualidade, como análise microbiológica, análise sensorial, monitoramento de parâmetros físico-químicos, análise de resíduos, entre outros, que são aplicados na indústria de fermentados para garantir a segurança e a qualidade dos produtos.	Estudo dirigido: Aprofunde seus conhecimentos sobre as etapas do processo de produção de fermentados, desde a seleção e preparo dos ingredientes até o envase do produto. Pesquise sobre os diferentes métodos de controle de qualidade utilizados na indústria de fermentados, como análises microbiológicas, sensoriais e físico-químicas. Referência: Briggs, D. E., & Boulton, C. A. (2016). <i>Principles of Brewing Science: A Study of Serious Brewing Issues</i> . Brewers Publications.	Estudo da produção de gás em fermentação: - Realizar uma fermentação de massa de pão utilizando diferentes leveduras comerciais. - Observar a formação de bolhas de gás durante a fermentação e comparar o desempenho das diferentes leveduras. - Analisar a influência da temperatura, da concentração de açúcar ou de outros fatores no processo fermentativo.
3: Explorando os fermentados	Realização de um experimento em sala de aula para investigar a atividade fermentativa de	Apresentação de exemplos de como os fermentados podem ser utilizados para ilustrar conceitos biológicos, como o	Estudo dirigido: Busque exemplos de atividades práticas que podem ser realizadas em sala de aula para explorar os fermentados no ensino de	Investigação da atividade enzimática em fermentados: Preparar uma solução de amido diluído e dividi-la em vários tubos de ensaio.

Módulo	Prática:	Teoria:*	Estudos dirigidos**	Exemplos de atividades práticas***
no ensino de biologia	diferentes substratos, comparando o desempenho de diferentes microrganismos ou condições de fermentação (Experimentoteca Biotec – 10 ou 16).	ciclo de vida dos microrganismos, a diversidade microbiana, a relação entre microrganismos e meio ambiente, as adaptações evolutivas, entre outros.	biologia. Pesquise sobre experimentos que envolvam a observação de microrganismos em amostras de fermentados ou a investigação de fatores que influenciam a fermentação, como temperatura, pH e concentração de substratos. Referência: Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2017). Microbiology: An Introduction (12th ed.). Pearson.	• Adicionar diferentes fermentados, como malte ou koji, em cada tubo de ensaio. • Incubar os tubos por um determinado período e, em seguida, realizar testes de iodine-starch para verificar a conversão do amido em açúcares fermentáveis. • Discutir o papel das enzimas presentes nos fermentados na quebra de substâncias complexas.
4: Aspectos nutricionais e de saúde dos fermentados	Realização de uma atividade em que os participantes avaliem a composição nutricional de diferentes fermentados, comparando teores de nutrientes, vitaminas, minerais e outros compostos bioativos (Experimentotecas Biotec – 11, 12, 13 e 15).	Discussão sobre estudos científicos que abordam os efeitos dos fermentados na saúde humana, como o impacto na microbiota intestinal, o fortalecimento do sistema imunológico, a digestibilidade de nutrientes, a redução de riscos de doenças crônicas, entre outros aspectos.	Estudo dirigido: Explore os aspectos nutricionais e de saúde relacionados aos fermentados. Pesquise sobre os benefícios dos fermentados para a microbiota intestinal, o sistema imunológico e a digestibilidade de nutrientes. Procure também informações sobre os cuidados necessários para garantir a segurança alimentar dos fermentados. Referência: Steinkraus, K. H. (2002). Industrialization of Indigenous Fermented Foods (2nd ed.). CRC Press.	Avaliação sensorial de diferentes fermentados: • Coletar diferentes tipos de fermentados, como queijos, chucrute ou kombucha. • Organizar uma sessão de degustação cega, onde os alunos avaliam a aparência, o aroma, o sabor e a textura de cada fermentado. • Registrar as percepções sensoriais e discutir as diferenças entre os produtos. • Explorar a relação entre os processos de fermentação, os microrganismos envolvidos e as características sensoriais dos produtos.

* Os exemplos de práticas e teorias fornecem uma ideia de como os conceitos e processos relacionados aos fermentados podem ser aplicados no contexto do ensino de biologia, promovendo a participação ativa dos estudantes e facilitando a compreensão dos temas abordados.

**As sugestões de estudos dirigidos, juntamente com as referências indicadas, podem auxiliar os participantes do curso a aprofundarem seus conhecimentos nos diferentes módulos, contribuindo para uma compreensão mais ampla dos temas abordados.

*** As atividades práticas envolvem a exploração direta dos fermentados pelos alunos, permitindo a observação e a experimentação. Além disso, elas estimulam a curiosidade, o trabalho em equipe e a compreensão dos processos biológicos relacionados à fermentação.

Logística envolvida na organização e implementação desse curso.

O curso de extensão terá duração de aproximadamente dois meses, com encontros semanais de três horas cada. Ele será realizado em um espaço adequado, como um laboratório de ciências ou uma cozinha experimental, que possua os equipamentos e materiais necessários para a produção dos alimentos fermentados.

A logística do curso envolverá a seleção de um instrutor especializado na área de fermentação de alimentos, com conhecimento teórico e prático para orientar os participantes. O instrutor será responsável por ministrar as aulas, fornecer informações teóricas sobre os processos de fermentação, demonstrar as técnicas adequadas e orientar os participantes durante as atividades práticas.

Será necessário definir um cronograma com as datas e horários dos encontros, bem como a sequência de conteúdo a serem abordados. Além disso, será importante estabelecer critérios para a seleção dos participantes, como interesse na área de fermentação de alimentos e disponibilidade para participar de todas as atividades do curso.

A logística também incluirá a preparação dos materiais e ingredientes necessários para cada aula, como frutas, grãos, leveduras, utensílios de cozinha, recipientes de fermentação, entre outros. Será importante garantir a disponibilidade desses recursos antes do início do curso.

Além disso, será necessário definir os critérios de avaliação dos participantes, seja por meio de trabalhos individuais ou em grupo, ou pela elaboração de um projeto final relacionado à produção de um alimento fermentado específico. Para a divulgação do curso, poderão ser utilizados diversos canais, como o site da instituição promotora, redes sociais, e-mails e materiais impressos. Será importante estabelecer um período de inscrições e um processo de seleção, caso a demanda seja maior do que o número de vagas disponíveis.

Por fim, é fundamental que a logística do curso esteja alinhada com os objetivos e conteúdos propostos, visando oferecer uma experiência de aprendizagem enriquecedora e significativa para os participantes interessados na produção de alimentos fermentados.

A seguir, detalharei os elementos envolvidos na organização e implementação sintetizando em tópicos, pois o curso de extensão sobre produção de alimentos

fermentados requer uma logística cuidadosa para garantir uma experiência de aprendizagem eficaz:

Espaço físico: Será necessário contar com um ambiente adequado para realizar as atividades do curso. Idealmente, o espaço deve ser equipado com uma cozinha experimental ou laboratório de ciências, contendo bancadas de trabalho, pias, fogões, fornos, geladeiras e outros utensílios relevantes para a produção de alimentos fermentados. Além disso, o ambiente deve ser seguro, higiênico e propício para a realização das atividades práticas.

Equipamentos e materiais: Será preciso listar e providenciar os equipamentos e materiais necessários para as atividades práticas do curso. Isso pode incluir recipientes de fermentação, termômetros, medidores de pH, balanças, moedores, liquidificadores, peneiras, panelas, colheres, entre outros utensílios comumente utilizados na produção de alimentos fermentados. Além disso, é importante garantir a disponibilidade dos ingredientes específicos para cada aula, como frutas, grãos, especiarias, leveduras, culturas starter, entre outros.

Instrutor especializado: Um instrutor com conhecimentos teóricos e práticos na área de fermentação de alimentos é essencial para o sucesso do curso. Ele deve possuir experiência em diferentes técnicas de fermentação, entender os princípios envolvidos e ser capaz de orientar os participantes de forma clara e precisa. O instrutor será responsável por ministrar as aulas, compartilhar informações teóricas relevantes, demonstrar as técnicas adequadas, esclarecer dúvidas e fornecer *feedback* aos participantes.

Conteúdos programáticos: O curso deve ter uma estrutura programática bem definida, com uma sequência lógica de conteúdo. Isso pode abranger desde os fundamentos teóricos da fermentação até técnicas avançadas de produção de alimentos fermentados. Os tópicos podem incluir microbiologia dos fermentados, tipos de fermentação, seleção de ingredientes, controle de temperatura e umidade, processos de fermentação, análise sensorial, armazenamento e conservação dos produtos, entre outros.

Metodologia didática: É importante definir a abordagem metodológica que será utilizada no curso. A aprendizagem ativa pode ser adotada, permitindo que os participantes se envolvam diretamente nas atividades práticas, realizem experimentos, discutam em

grupos, compartilhem experiências e apliquem os conhecimentos adquiridos. Além disso, aulas expositivas, estudos de caso, atividades em grupo e debates podem ser incorporados para promover uma abordagem interdisciplinar.

Avaliação: É recomendado estabelecer critérios e instrumentos de avaliação para acompanhar o progresso dos participantes ao longo do curso. Isso pode incluir a avaliação das atividades práticas realizadas, trabalhos individuais ou em grupo, apresentações, participação em discussões e projetos finais relacionados à produção de um alimento fermentado específico.

Divulgação e inscrição: A divulgação do curso pode ser feita por meio do site da instituição promotora, redes sociais, e-mails, cartazes e outros canais de comunicação. É importante fornecer informações detalhadas sobre o curso, como público-alvo, objetivos, conteúdos, duração, datas e horários. Um período de inscrições deve ser estabelecido, juntamente com um processo de seleção, caso a demanda seja maior do que o número de vagas disponíveis.

Ao considerar todos esses elementos e planejar cuidadosamente a logística do curso, é possível proporcionar uma experiência de aprendizagem enriquecedora, abordando os conhecimentos teóricos e práticos necessários para a produção de alimentos fermentados, de forma interdisciplinar e engajadora.

Referências bibliográficas relevantes para embasar a ata do curso de extensão:

- Briggs, D. E., & Boulton, C. A. (2016). Principles of Brewing Science: A Study of Serious Brewing Issues. Brewers Publications.
- Campbell-Platt, G. (2018). Fermented Foods: The Science and Practice of Fermented Foods, Second Edition. Wiley-Blackwell.
- Fellows, P. (2016). Food Processing Technology: Principles and Practice. CRC Press.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2018). Modern Food Microbiology (8th ed.). Springer.
- McGee, H. (2004). On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen. Scribner.
- Steinkraus, K. H. (2002). Industrialization of Indigenous Fermented Foods (2nd ed.). CRC Press.

- Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2017). Microbiology: An Introduction (12th ed.). Pearson.

Referências em português relacionadas a cada uma das atividades práticas propostas:

Observação microscópica de culturas de fermentados:

- Silva, T. A., & Gonçalves, F. A. (2017). Microbiologia. Artmed Editora.

Estudo da produção de gás em fermentação:

- Loureiro, V., & Reis, A. (2015). Biologia 12º ano. Porto Editora.

Investigação da atividade enzimática em fermentados:

- Amorim, J. C., & Dias, F. P. (2017). Manual de Bioquímica Experimental. Editora Guanabara Koogan.

Avaliação sensorial de diferentes fermentados:

- Bolini, H. M. A. (2005). Métodos de avaliação sensorial em alimentos. Varela Editora.

As referências em português fornecem materiais de apoio para a realização das atividades práticas propostas, permitindo que os alunos tenham acesso a conteúdo teórico e prático em sua língua nativa bem como são fontes adicionais de conhecimento, fornecendo informações relevantes sobre os temas abordados em cada módulo.

Referências em português para cada uma das questões relacionadas ao curso:

Módulo 1: Fundamentos da fermentação e microrganismos envolvidos

- Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2017). Microbiologia (12ª ed.). Artmed.

Módulo 2: Processo de produção de fermentados e controle de qualidade

- Reis, J. A., et al. (2012). Técnicas de Microbiologia: Processos Biotecnológicos e Aplicações (1ª ed.). Guanabara Koogan.

Módulo 3: Explorando os fermentados no ensino de biologia

- Barreto, M. P. S., & Pires, A. M. T. (2016). Aprendizagem ativa: atividades práticas de biologia (1ª ed.). Editora Unijuí.

Módulo 4: Aspectos nutricionais e de saúde dos fermentados

- Lopes, M. S., & Schwan, R. F. (2011). Microbiologia e bioquímica de alimentos fermentados (1ª ed.). Editora UFV.

Uma outra possibilidade para a utilização destas oficinas é a realização de projetos comunitários para capacitar a população. A seguir, apresentarei dois exemplos que foram idealizados para serem implementados ao público aberto e à feirantes.

5.7.2 Projeto comunitário

Uma outra possibilidade para a utilização destas oficinas é a realização de um projeto comunitário para capacitar a população.

Título do Projeto: Capacitação Comunitária em Produção de Alimentos Fermentados: Gerando Renda, Agregando Valor e Reduzindo o Desperdício de Alimentos

Resumo: O projeto propõe a criação de um programa de capacitação comunitária focado na produção de alimentos fermentados como uma forma de gerar renda, agregar valor aos alimentos e reduzir o desperdício. Através de oficinas práticas e teóricas, os participantes aprenderão técnicas de fermentação, higiene alimentar, processamento de alimentos e gestão de negócios, capacitando-os para produzir alimentos fermentados de alta qualidade e comercializá-los com sucesso. O projeto visa fortalecer a comunidade local, promover a sustentabilidade e incentivar a economia local.

Objetivos: Capacitar os participantes nas técnicas de produção de alimentos fermentados, incluindo a fermentação de vegetais, frutas, leites e grãos, proporcionando conhecimento prático e teórico.

- Promover boas práticas de higiene alimentar, manipulação segura dos alimentos e armazenamento adequado para garantir a segurança e a qualidade dos produtos fermentados.
- Promover a conscientização sobre o desperdício de alimentos e destacar o potencial de valorização desses alimentos por meio da fermentação, incentivando a utilização de produtos que seriam descartados.
- Desenvolver habilidades em gestão de negócios, marketing e branding para os participantes, permitindo-lhes criar estratégias eficazes de comercialização e venda dos alimentos fermentados produzidos.
- Estimular a formação de parcerias e redes de apoio entre os participantes, facilitando o compartilhamento de conhecimento, recursos e experiências.

Metodologia: Identificação e seleção dos participantes: Divulgação do projeto na comunidade, com inscrições abertas para pessoas interessadas em aprender sobre

produção de alimentos fermentados. A seleção será baseada em critérios como motivação, disponibilidade e diversidade.

Oficinas de capacitação: Serão realizadas oficinas práticas e teóricas sobre técnicas de fermentação, higiene alimentar, processamento de alimentos e gestão de negócios. Os participantes terão a oportunidade de colocar em prática o aprendizado, produzindo alimentos fermentados sob a orientação de especialistas.

Acompanhamento e mentorias: Após as oficinas, os participantes receberão acompanhamento individualizado e mentorias para auxiliar no aprimoramento das habilidades adquiridas e na definição de estratégias para comercialização.

Criação de uma rede comunitária: Será incentivada a criação de uma rede de participantes, na qual eles possam compartilhar informações, recursos e experiências, fortalecendo a comunidade e promovendo a colaboração.

Evento de lançamento e feira local: Ao final do projeto, será realizado um evento de lançamento dos alimentos fermentados produzidos pelos participantes, juntamente com uma feira local para que eles possam comercializar seus produtos.

Resultados Esperados:

- Participantes capacitados nas técnicas de produção de alimentos fermentados e em gestão de negócios.
- Aumento da conscientização sobre o desperdício de alimentos e a valorização dos produtos fermentados como alternativa de aproveitamento.
- Criação de oportunidades de geração de renda para os participantes, através da comercialização dos alimentos fermentados produzidos.
- Fortalecimento da economia local, com o estímulo à produção e consumo de alimentos fermentados produzidos na comunidade.
- Estabelecimento de parcerias e redes de apoio entre os participantes, promovendo a troca de conhecimentos e recursos.
- Redução do desperdício de alimentos na comunidade, através do aproveitamento de ingredientes que seriam descartados.
- Promoção da alimentação saudável e sustentável, incentivando o consumo de alimentos fermentados naturais e nutritivos.

Cronograma:

O projeto terá a duração de 7 meses e seguirá o seguinte cronograma:

- **Mês 1:** Divulgação do projeto, seleção dos participantes e organização das oficinas.

- **Mês 2-4:** Realização das oficinas de capacitação, abordando as técnicas de fermentação, higiene alimentar, processamento de alimentos e gestão de negócios.
- **Mês 5-6:** Acompanhamento individualizado e mentorias para os participantes, estabelecimento da rede comunitária e preparação para o evento de lançamento e feira local.
- **Mês 7:** Realização do evento de lançamento e feira local para a comercialização dos alimentos fermentados produzidos pelos participantes.

Recursos Necessários:

- Espaço adequado para realização das oficinas e eventos.
- Materiais e equipamentos de produção de alimentos fermentados.
- Especialistas e instrutores capacitados para ministrar as oficinas e fornecer mentorias.
- Materiais de divulgação e comunicação.
- Parcerias com estabelecimentos locais para a comercialização dos produtos fermentados.
- Orçamento para cobrir despesas operacionais, transporte e materiais.

Conclusão: O projeto de capacitação comunitária em produção de alimentos fermentados visa promover o empoderamento da comunidade, capacitando os participantes a produzir alimentos de qualidade, gerar renda, agregar valor aos alimentos e reduzir o desperdício. Ao final do projeto, espera-se que os participantes estejam preparados para empreender no ramo da produção de alimentos fermentados, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da comunidade e fortalecendo a economia local.

Estimativa Orçamentária para a Implementação do Projeto "Capacitação Comunitária em Produção de Alimentos Fermentados: Gerando Renda, Agregando Valor e Reduzindo o Desperdício de Alimentos" de Pequeno a Médio Porte na Cidade do Rio de Janeiro:

Recursos Humanos:

- Especialistas e instrutores: R\$ 5.000 (considerando 2 especialistas/instrutores por mês, com 40 horas de trabalho cada, a um valor médio de R\$ 125/hora)
- Coordenação do projeto: R\$ 3.000 (considerando um coordenador dedicado ao projeto por mês, com 40 horas de trabalho, a um valor médio de R\$ 75/hora)
- Mentores: R\$ 2.000 (considerando 2 mentores por mês, com 20 horas de trabalho cada, a um valor médio de R\$ 50/hora)

Infraestrutura:

- Espaço para as oficinas e eventos: R\$ 2.500 (considerando o aluguel de um espaço adequado para 6 meses)

Materiais e Equipamentos:

- Utensílios de cozinha: R\$ 1.500
- Ingredientes para as oficinas: R\$ 1.000 (considerando a compra de ingredientes para as oficinas durante 6 meses)

Materiais de divulgação:

- R\$ 500

Transporte:

- Despesas de transporte para os especialistas, instrutores e mentores: R\$ 1.500 (considerando o transporte para os encontros e oficinas)

Evento de Lançamento e Feira Local:

- Locação de espaço: R\$ 1.000
- Decoração e sinalização: R\$ 500
- Divulgação do evento: R\$ 1.000

Despesas Operacionais:

- Energia elétrica, água, internet: R\$ 500 (valor mensal)
- Material de escritório e suprimentos: R\$ 300

Contingências:

- Reserva para imprevistos: R\$ 1.000 (10% do valor total do projeto)

Total estimado do orçamento:

- R\$ 21.300

Lembrando que esses valores são apenas estimativas e podem variar dependendo das negociações realizadas, parcerias estabelecidas e da disponibilidade de recursos. É importante buscar apoio de patrocinadores, parcerias locais e possíveis fontes de financiamento para viabilizar a implementação do projeto com recursos limitados.

5.7.3 Capacitação de Feirantes de Feira Livre

Título do Projeto: Capacitação de Feirantes de Feira Livre em Produção de Alimentos Fermentados: Reduzindo Desperdícios, Agregando Valor e Inovando nos Produtos

Resumo: O projeto propõe a capacitação de feirantes de feira livre de rua na cidade do Rio de Janeiro em técnicas de produção de alimentos fermentados. O objetivo é evitar

desperdícios, agregar valor aos alimentos e oferecer novos produtos aos clientes, promovendo a sustentabilidade, a diversificação dos negócios e o fortalecimento das feiras de rua locais. Por meio de workshops práticos e teóricos, os feirantes aprenderão a produzir alimentos fermentados de qualidade, explorando ingredientes que seriam descartados, e a desenvolver estratégias de comercialização eficientes.

Objetivos: Capacitar os feirantes nas técnicas de produção de alimentos fermentados, abrangendo fermentação de vegetais, frutas, leites e grãos, com foco na utilização de ingredientes excedentes e evitando desperdícios.

- Proporcionar o aprendizado de boas práticas de higiene alimentar, manipulação segura dos alimentos e armazenamento adequado dos produtos fermentados.
- Incentivar a criatividade e a inovação na produção de alimentos fermentados, permitindo que os feirantes ofereçam novos produtos aos clientes e agreguem valor aos seus negócios.
- Desenvolver habilidades em gestão de negócios, branding e estratégias de comercialização específicas para a venda de alimentos fermentados nas feiras de rua.
- Promover a interação e a troca de experiências entre os feirantes participantes, fortalecendo a comunidade de feirantes e incentivando a colaboração.

Metodologia:

- Identificação e seleção dos feirantes participantes: Divulgação do projeto nas feiras de rua locais, com inscrições abertas para feirantes interessados em aprender sobre a produção de alimentos fermentados. A seleção será baseada em critérios como motivação, disponibilidade e diversidade de produtos oferecidos.
- Workshops de capacitação: Serão realizados workshops práticos e teóricos, abordando as técnicas de fermentação, higiene alimentar, processamento de alimentos e estratégias de comercialização. Os feirantes terão a oportunidade de colocar em prática o aprendizado, produzindo alimentos fermentados sob a orientação de especialistas.
- Acompanhamento e suporte contínuos: Após os workshops, os feirantes receberão acompanhamento individualizado, orientações para aprimorar suas produções e suporte na implementação das estratégias de comercialização.
- Feiras especiais de alimentos fermentados: Serão organizadas feiras especiais em locais estratégicos, onde os feirantes poderão comercializar seus produtos fermentados e interagir diretamente com os consumidores.
- Criação de uma rede de feirantes: Será incentivada a formação de uma rede de feirantes participantes, promovendo a colaboração, o compartilhamento de conhecimentos e a ampliação das oportunidades de negócios.

Resultados Esperados:

- Feirantes capacitados nas técnicas de produção de alimentos fermentados e em estratégias de comercialização.
- Redução do desperdício de alimentos nas feiras de rua, com a utilização de ingredientes excedentes na produção de alimentos fermentados.
- Diversificação dos produtos oferecidos pelos feirantes, com a introdução de alimentos fermentados e a oferta de novidades aos clientes.
- Aumento da renda dos feirantes através da venda de alimentos fermentados de qualidade e com valor agregado.
- Fortalecimento das feiras de rua locais, atraindo mais consumidores e promovendo a diversidade de produtos.
- Criação de uma rede de feirantes colaborativa, facilitando o compartilhamento de experiências, recursos e oportunidades de negócios.

Cronograma:

- O projeto terá a duração de 6 meses e seguirá o seguinte cronograma:
- Mês 1: Divulgação do projeto nas feiras de rua, inscrições e seleção dos feirantes participantes.
- Mês 2-4: Realização dos workshops de capacitação, abordando as técnicas de fermentação, higiene alimentar, processamento de alimentos e estratégias de comercialização.
- Mês 5-6: Acompanhamento e suporte contínuos aos feirantes, com orientações individuais e implementação das estratégias de comercialização. Organização de feiras especiais de alimentos fermentados.

Recursos Necessários:

- Espaço para a realização dos workshops e feiras especiais.
- Materiais e equipamentos de produção de alimentos fermentados.
- Especialistas e instrutores capacitados para ministrar os workshops.
- Recursos de divulgação do projeto e das feiras especiais.
- Parcerias com as feiras de rua locais e possíveis patrocinadores para apoio financeiro e fornecimento de recursos.

Estimativa Orçamentária:

Recursos Humanos:

- Especialistas e instrutores: R\$ 7.500 (considerando 2 especialistas/instrutores por mês, com 20 horas de trabalho cada, a um valor médio de R\$ 125/hora)
- Coordenação do projeto: R\$ 4.500 (considerando um coordenador dedicado ao projeto por mês, com 20 horas de trabalho, a um valor médio de R\$ 75/hora)

Infraestrutura:

- Espaço para os workshops e feiras: R\$ 3.000 (considerando o aluguel de um espaço adequado para 6 meses)

Materiais e Equipamentos:

- Utensílios de cozinha: R\$ 2.000
- Ingredientes para as oficinas: R\$ 1.500 (considerando a compra de ingredientes para os workshops durante 6 meses)

Materiais de divulgação: R\$ 1.000

Transporte:

- Despesas de transporte: R\$ 1.000 (considerando o transporte para os encontros e feiras)

Eventos de Feiras Especiais:

- Locação de espaço: R\$ 2.000
- Decoração e sinalização: R\$ 1.000
- Divulgação do evento: R\$ 1.500

Despesas Operacionais:

- Energia elétrica, água, internet: R\$ 500 (valor mensal)
- Material de escritório e suprimentos: R\$ 300

Contingências:

- Reserva para imprevistos: R\$ 1.500 (10% do valor total do projeto)

Total estimado do orçamento:

- R\$ 26.800

Lembrando que esses valores são apenas estimativas e podem variar dependendo das negociações realizadas, parcerias estabelecidas e da disponibilidade de recursos. Recomenda-se buscar apoio de patrocinadores, parcerias locais e possíveis fontes de financiamento específicas para projetos ligados às feiras de rua e ao desenvolvimento da comunidade local.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Semelhante do trabalho de Duarte e Silva (2015), foi realizado um levantamento das concepções de licenciandos quanto aos conceitos e as interfaces das disciplinas envolvidas nas fermentações. Acrescido as concepções sobre a fermentação investigamos seus conhecimentos quanto ao uso de estratégias didáticas que utilizam métodos ativos e interdisciplinares de aprendizagem. Foi possível verificar que há uma vivência muito baixa com relação ao uso dos mais diversos métodos de aprendizagem ativa. Mesmo aqueles mais conhecidos como o PBL e TBL.

No levantamento da autopercepção nossa amostra contém menos de 30% de participantes que conhecem bem ou muito bem os métodos de aprendizagem ativa, o que é motivo de reflexão, uma vez que estes métodos de abordagem datam de quase um século. O PBL tem origem em 1969 como uma alternativa para um ensino memorístico na faculdade de Medicina na Universidade McMaster, no Canadá (SERVANT-MIKLOS, 2019). Conforme esta autora, devido à escassez de estudos históricos sobre o PBL existem muitas concepções equivocadas quanto aos fatos desta estratégia. Para realizar o levantamento histórico com o rigor necessário a autora triangulou os dados de diversas fontes para produzir uma narrativa histórica. As principais conclusões foram:

(1) o PBL foi fundado por cinco médicos descontentes numa época de mudança global; (2) McMaster não foi pioneiro na abordagem de sistemas integrados, mas a tornou parte integrante da aprendizagem baseada em problemas; (3) O currículo inicial do PBL era fluido e variável (4) McMaster oferecia uma estrutura educacional flexível dominada pela aprendizagem em pequenos grupos; (5) A característica distintiva da aprendizagem baseada em problemas, em comparação com todos os outros métodos educativos progressivos, era a utilização de problemas realistas no início do processo de aprendizagem; (6) Palestras e outros modos de transferência de conhecimento de cima para baixo definitivamente não eram bem-vindos na McMaster. (7) A avaliação somativa estava ausente do primeiro programa de aprendizagem baseada em problemas. (SERVANT-MIKLOS, 2019)

Considerando o ensino básico, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (Lei No. 9.394 de 1996) já estimula o uso de metodologias cujas atividades de aprendizagem e de avaliação envolvam a interação interdisciplinar e a difusão de valores

fundamentais ao interesse social a mais de 2 décadas tempo suficiente para uma reversão do quadro observado neste trabalho. (BRASIL, 1996) Associado, ao que consta nos documentos oficiais da educação, no contexto da Sociedade do Conhecimento, as instituições educativas deveriam discutir fatos e estratégias que sejam promotores de mudanças educativas eficazes adaptadas às necessidades dos alunos contemporâneos.

Argumentamos assim que as aulas de qualquer área do conhecimento não devem se limitar a utilização de abordagens expositivas onde o máximo de interação que ocorre entre o docente e o discente é a transcrição para o caderno daquilo que foi colocado ou projetado no quadro. É preciso que haja um deslocamento da proatividade do docente para o discente. Este deslocamento visa permitir o desenvolvimento de competências e habilidades de modo que estes se tornem capazes de refletir criticamente sobre as situações que os circunda. Assim, é preciso apresentar e envolver os discentes em cenários da investigação científica, bem como estimular a análise e resolução de problemas reais ou hipotéticos. O PBL é uma das formas possíveis de estimular os alunos a desenvolver as suas competências cognitivas, instrumentais e transversais, que lhes permitirá aprender ao longo da vida (DRĂGHICESCU et al., 2014)

Durante as atividades desta pesquisa, realizada predominantemente no contexto de aulas cujos objetivos são exatamente instrumentar os futuros professores de Ciências e Biologia, foi observado a falta de contato com métodos de aprendizagem ativa quer no ensino fundamental, médio ou superior. Com frequência a avaliação dos licenciandos e de pós-graduandos (doutorandos) na área de ensino, demonstraram seu desconhecimento inicial. Ao mesmo tempo demonstram interesse em aplicar as estratégias apresentadas a eles. No entanto, também ouvimos falas como *“...isto é muito bom, mas para preparar o aluno para as provas não serve...”*.

Em um dado momento da realização das atividades, quando recebíamos o retorno de como foram os desafios e resultados decorrentes da proposta de produzir um fermentado, tivemos relatos dos participantes que considero um dos *feedbacks* mais interessante do projeto. Foi relatado a participação e a interação de terceiros na busca de conhecimento para solucionar os problemas. Familiares e amigos se envolveram e demonstraram interesse e motivação para realizar as tarefas em conjunto com os participantes, quer graduandos quer pós-graduandos, gerando troca de informações. Uma participante do

doutorado relatou que a filha, que estava no ensino fundamental, ajudou no projeto e ambas precisaram buscar conteúdos em suas respectivas realidades e níveis de escolaridade para resolver problemas, outros participantes relataram o interesse de todos os demais familiares em ajudar e participar das produções. Em outro grupo, as atividades suscitaram o interesse de colegas, companheiros e amigos que dividiam moradia. Esses relatos reforçam a capacidade que as produções de fermentados têm em gerar interesse e motivação, contribuindo para alcançar resultados cada vez melhores no produto final autoral. Ao começar a produzir, ocorre uma busca por melhorias (como relatado na secção 2.1.7 Fermentação e as tecnologias Página 40). Em decorrente disso, foi relatado pelos participantes uma busca por informações no intuito de aprender para dominar o processo. Esse movimento de buscar conhecimento cria um aprendizado para a vida que vai muito além do ensino formal.

Os propósitos e os métodos de avaliação diferem entre o ensino centrado no professor e a aprendizagem centrada no aluno. No primeiro, os docentes utilizam avaliações para determinar a nota de cada discente. Estas por sua vez fornecem informações aos discentes e ou a seus responsáveis. Para KOHN (1994) a avaliação baseada em testes objetivos, é consistente com um modelo de educação cujo currículo se baseia na eficiência social e tem como racional a classificação dos estudantes.

Uma segunda justificativa para avaliar e, considerado como principais motivos por trás da avaliação, é motivar os alunos a trabalharem mais para que recebam uma boa nota. Infelizmente, esse raciocínio é tão problemático quanto a classificação. O entendimento de que existe apenas uma forma de motivação é um dos problemas por trás deste racional. Existem diferenças importantes entre a motivação intrínseca e a extrínseca. A primeira se refere a àquilo que o indivíduo quer aprender e a segunda a aprendizagem é o meio para atingir uma meta e escapar de uma punição (prova final ou reprovação) ou obter uma recompensa (passar) (KOHN, 1994). Esta visão simplificada tem se modificado com um número crescente de estudos relacionados a motivação no processo de aprendizagem no contexto da educação formal. A revisão recente (URHAHNE e WIJNIA, 2023) apresenta seis teorias mais estudadas sobre a Motivação na Educação em uma Estrutura Integrativa.

Uma terceira justificativa para avaliar, que não é classificatória nem motivadora, é a de oferecer devolutivas ou um *feedback* para que os discentes possam entender até onde

foi o seu respectivo avanço no aprendizado. A qualidade das devolutivas é de extrema importância pois ajudará ou não na aprendizagem dos discentes. (BEAUMONT, O'DOHERTY e SHANNON, 2011) Neste caso a devolutiva, é também para o docente na medida que ao entender os pontos que os discentes ainda não conseguiram alcançar, permite ao docente estabelecer novas estratégias para que a aprendizagem alcance os objetivos traçados para a respectiva unidade de aprendizagem. (KOHN, 1994)

Para validar o processo de avaliação formativa de modo que ajude os discentes a minimizarem a discrepância entre a aprendizagem atual e o desejado o *feedback* é fundamental. Tão importante quanto apresentar a devolutiva é ter certeza de que os discentes saibam o que devem fazer com o *feedback* da avaliação formativa. Caso contrário, se estes não souberem compreender ou se descartarem o *feedback* o objetivo do processo de avaliação formativa não será alcançado (LEIGHTON, 2019)

Um dos argumentos utilizados por professores para manterem as aulas tradicionais no ensino de ciências é a falta de materiais para trabalhar com os discentes. Outra é o desconhecimento de como utilizar os métodos em si. Quando realizamos as avaliações dos conhecimentos prévios dos licenciandos um relato frequente foi “...*métodos ativos de ensino não funcionam...*”. Neste ponto é preciso discutir a concepção subliminar da resposta.

Todo método de Ensino é ativo, afinal o professor fez o seu “dever de casa”; estudou, resumiu, preparou a aula, e por fim, apresenta a aula. Mas, nem todo método de aprendizagem é ativo no sentido da sua definição proposta por MICHAEL (2004): “*um processo de construção de modelos mentais daquilo que está sendo aprendido, testando consciente e deliberadamente esses modelos para determinar se funcionam e, em seguida, reparando os modelos que parecem estar defeituosos.*” No contexto da utilização de métodos de aprendizagem ativa o aprendizado significativo (AUSUBEL e FITZGERALD, 1961) dos discentes é mais facilmente alcançável.

Para facilitar para os professores foram desenvolvidos e sistematizadas diversos materiais na forma de oficinas que compõe a Experimentoteca do nosso grupo de pesquisa. O kit didático de baixo custo para produção de cerveja e fermentados; modelos didáticos com materiais concretos que exemplifiquem as reações físico-bioquímicas envolvidas na produção de cerveja e fermentados e um minicurso interdisciplinar com a aplicação de

estratégias ativas de ensino que abordaram os conhecimentos necessários à produção de cerveja e fermentados.

A biotecnologia originou-se com fermentações de alimentos tradicionais em desenvolvimento países. Ao longo das gerações, esta prática pioneira foi expandida e melhorou de modo que microrganismos e outros agentes biológicos encontraram uso em muitas outras áreas. Desenvolvimentos recentes em genética, enzimologia, recombinante e tecnologia de fermentação, levaram a avanços na biotecnologia muito além do escopo tradicional original. Em muitos países em desenvolvimento, métodos de arte de aldeia e técnicas antigas ainda são usados para processamento de alimentos.(NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1992)

Desde os primórdios da humanidade, as bebidas alcoólicas já eram elaboradas e consumidas por diversos povos e etnias, ocupando lugar privilegiado em distintas culturas, associadas a cerimônias e rituais religiosos, ocasiões especiais e, ainda, fazendo parte da dieta como uma essencial fonte de nutrientes importantes, sintetizados e/ou catalisados pela atuação de microrganismos durante o processo de fermentação.

Uma doutora em química, a Emily Jane Buehler trabalhou como padeira por seis anos quando começou a dar aulas de panificação e a organizar uma "Noite do Forno Comunitário" mensal. Suas interações com o público panificador levaram ao desejo de um livro. Embora ela não cozinhe mais profissionalmente, ela continua a dar aulas de panificação. (BUEHLER, 2021) apresentando os diversos aspectos das ciências na arte da panificação.

Seja no contexto de uma doença ou em um estado saudável, o corpo humano contém uma grande variedade de microrganismos, incluindo bactérias e fungos. As interações entre esses microrganismos taxonomicamente diversos são altamente dinâmicas e dependentes de uma infinidade de microrganismos e fatores do hospedeiro. A doença humana pode se desenvolver a partir de um desequilíbrio entre bactérias comensais e fungos ou da invasão de nichos específicos do hospedeiro por patógenos bacterianos e fúngicos oportunistas, com características clínicas e moleculares das interações bacteriano-fúngicas.

No nosso projeto inicial estava previsto gerar uma cervejaria, panificadora, queijaria escola com o desenrolar do projeto, onde seria possível trabalhar e otimizar o ensino ativo no formato de uma Empresa Jr. No entanto, o advento da Pandemia da COVID 19 nos obrigou a alterar as nossas estratégias. Em cada turma que trabalhamos levantamos a discussão e o potencial de utilizar a aprendizagem por problemas ou em *times* para incentivar os estudantes, principalmente com estudantes mais velhos como aqueles terminando o Ensino Médio ou os alunos do inscritos no Ensino de Jovens e Adultos.

As possibilidades de aprendizagem de ciências com possíveis desdobramentos que possam gerar renda se mostrou uma estratégia que interessou nossos participantes. Em diversas situações se manifestaram com entusiasmo.

7 CONCLUSÕES

- Os licenciandos em Ciências Biológicas chegam ao final de seu curso conhecendo muito pouco as estratégias didáticas que utilizam métodos de aprendizagem ativa.
- Os licenciandos em Ciências Biológicas chegam ao final de seu curso com pouca familiaridade quanto a interdisciplinaridade de um modo geral bem como aquela envolvida na produção de alimentos fermentados.
- Foram desenvolvidos sete roteiros didáticos contendo a indicação de insumos de baixo custo para produção de fermentados que foram aprimorados com os *feedbacks* dos participantes da pesquisa
- A proposição de dois minicursos interdisciplinares com estratégias ativas de ensino que abordam os conhecimentos necessários à produção de alimentos fermentados está em análise de possíveis participantes e poderão ser ofertados no formato de cursos de férias pela nossa equipe de pesquisa.
- A utilização das tecnologias e do conhecimento milenar da produção de alimentos fermentados para o desenvolvimento, análise, e avaliação de estratégias ativas de aprendizagem e divulgação de Ciências e Biotecnologia se mostrou viável bem como estimulou os licenciandos a buscar mais informações sobre a interdisciplinaridade bem como sobre os métodos de aprendizagem ativa desmistificando o fato de que esta forma de aprendizagem “*não funciona*”.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL Parâmetros curriculares Nacionais, Curriculares. "PCN+ Ensino Médio." Brasília: MEC, SEMTEC (2002).

ABRAHAMSON, A. A Brief History of Networked Classrooms: Effects, Cases, Pedagogy, and Implications. **Audience Response Systems in Higher Education: Applications and Cases**: 1-25, 2006.10.4018/978-1-59140-947-2.ch001

AKHTAR, M. e SAEED, M. Assessing the Effect of Agree/Disagree Circles, Exit Ticket, and Think-Pair-Share on Students' Academic Achievement at Undergraduate Level. **Bulletin of Education and Research**, 42(2): 81-96, 2020.

ANASTASIOU, L. G. C. e ALVES, L. P. **Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. 5a. Joinville, SC: UNIVILLE, 2005.

ASANO, K.; SHINAGAWA, K. e HASHIMOTO, N. Characterization of haze-forming proteins of beer and their roles in chill haze formation. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, 40(4): 147-154, 1982.

AUSUBEL, D. P. e FITZGERALD, D. The role of discriminability in meaningful learning and retention. **Journal of educational psychology**, 52(5): 266, 1961.

BATISTA, I. D. L. e SALVI, R. F. Perspectiva pós-moderna e interdisciplinaridade educativa: pensamento complexo e reconciliação integrativa. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, 8(2): 171-183, 2006.

BAYECK, R. Y. Examining board gameplay and learning: A multidisciplinary review of recent research. **Simulation & Gaming**, 51(4): 411-431, 2020.

BEAUMONT, C.; O'DOHERTY, M. e SHANNON, L. Reconceptualising assessment feedback: A key to improving student learning? **Studies in Higher Education**, 36(6): 671-687, 2011.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, 32(1): 25-40, 2011.

BERGSTEN, C.; JABLONKA, E. e KLISINSKA, A. A remark on didactic transposition theory. Mathematics and mathematics education: Cultural and social dimensions: Proceedings of MADIF7, The Seventh Mathematics Education Research Seminar, Stockholm, January 26-27. 2010: Linköping: Svensk förening för matematikdidaktisk forskning (SMDF): 2010.

BISHOP, J. e VERLEGER, M. A. The flipped classroom: A survey of the research. 2013 ASEE Annual Conference & Exposition: 2013. 23.1200. 1-23.1200. 18 p.

BOKONJIC, D.; MIMICA, M.; PRANJIC, N. et al. **Problem based learning**. Em: BOKONJIC, D. (Ed.). Manual of Teaching and Learning in Medicine. Hidelberg: Bokonjic, Dejan, cap. Capítulo, 2009.p.

BOLLELA, V. R.; SENGER, M. H.; TOURINHO, F. S. V. et al. Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. **Medicina**, 47(3): 293-300, 2014.

BORÉM, A.; DOS SANTOS, F. R. e DE ALMEIDA, M. R. **Biotechnologia de A a Z**. UFV, 2003.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasil. EDUCAÇÃO, M. D.: 1996.

BRASIL. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. EDUCAÇÃO, M. D. Brasília, DF, Brasil: MEC: 2000. 109 p.

BREDA, M. H. **Cerveja artesanal**. Em: VENTURINI FILHO, W. G. (Ed.). Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia. São Paulo: Blucher, cap. Capítulo, 2016. 85-111 p.

BUEHLER, E. **Bread science: the chemistry and craft of making bread**. Two Blues Books, 2021. 256 p.

CARDOZO JR, F. M.; MONTEIRO, P. B.; CARDOZO, I. C. et al. Avaliação dos Livros Didáticos de Biologia: Uma Proposta Reflexiva e Comparativa Acerca do Conteúdo de Biotecnologia. **REVISTA FOCO**, 16(5): e1993-e1993, 2023.

CARNEIRO, A. G. e MARIA DO ROCIO, F. T. Jogos e atividades lúdicas na prática de iniciação à docência em Química: um estudo no subprojeto química sede do PIBID/UFRPE. **Revista de iniciação à docência**, 5(2): 20-36, 2020.

CARNEVALE, A. P. e ROSE, S. J. The undereducated american. 2014.

CHAD, P. The use of team-based learning as an approach to increased engagement and learning for marketing students: A case study. **Journal of Marketing Education**, 34(2): 128-139, 2012.

CHANG, W.-L. e YEH, Y.-C. A blended design of game-based learning for motivation, knowledge sharing and critical thinking enhancement. **Technology, Pedagogy and Education**, 30(2): 271-285, 2021.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique**. Grenoble: La pensée sauvage, 1985.

COLL, C. **O Construtivismo na Sala de Aula**. Rio de Janeiro RJ: Ática, 1999.

COLLINS, A. e GENTNER, D. How people construct mental models. **Cultural models in language and thought**, 243: 243-265, 1987.

COLLINS, F. The Use of Traditional Storytelling in Education to the Learning of Literacy Skills. **Early Child Development and Care**, 152(1): 77-108, 1999.10.1080/0300443991520106

COOMBS, P. H. e AHMED, M. **Attacking Rural Poverty: How Nonformal Education Can Help**. A Research Report for the World Bank Prepared by the International Council for Educational Development. 1974.

DA LUZ, M. W. **UM BRINDE A CERVEJA ARTESANAL: A RELAÇÃO DA CERVEJARIA STIER BIER COM O DESENVOLVIMENTO SOCIOECONOMICO DE IGREJINHA/RS**. 2020. 99 dissertação (Mestrado). BASSAN, D. S. Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional –, Faculdades Integradas de Taquara, Taquara.

DA SILVA, C. E. A. e SILVA, M. D. F. C. ANÁLISE DO CONTEÚDO DE BIOTECNOLOGIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA DO NOVO ENSINO MÉDIO. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**: 1-13, 2023.

DA SILVA, I. B. G. e MARESTONI, L. D. Produção do etanol de cana-de-açúcar como tema interdisciplinar no ensino médio. **EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação**, 7(17): 532-552, 2020.

DAVIS, M. H.; HARDEN, R. M. e EUROPE, A. F. M. E. I. **Problem-based learning: a practical guide**. AMEE, 1999.

DE AQUINO MATTOS, É. B.; GUIMARÃES, I. M.; DA SILVA, A. G. et al. **Smart Device Clickers: Learning Basic Sciences and Biotechnology**. Em: (Ed.). **Wearable Technology and Mobile Innovations for Next-Generation Education**: IGI Global, cap. Capítulo, 2016. 295-320 p.

DE CAMARGO RIBEIRO, L. R. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior**. SciELO - EdUFSCar, 2008.

DE FREITAS, B. H. B. M. Gincana para o ensino de imunização aos acadêmicos de enfermagem: relato de experiência. **Revista de Enfermagem do Centro-Oeste Mineiro**, 10: 2020.10.19175/recom.v10i0.2743

DENOYELLES, A. e REYES-FOSTER, B. Using word clouds in online discussions to support critical thinking and engagement. **Online Learning**, 19(4): n4, 2015.

DICARLO, S. E. Too much content, not enough thinking, and too little FUN! **Advances in Physiology Education**, 33(4): 257-264, 2009.

DOS SANTOS, M. S.; AMARAL, C. L. C. e MACIEL, M. D. Temas Sociocientíficos (Cerveja) em Aulas Práticas de Química na Educação Profissional: Uma Abordagem CTS. **HOLOS**, 4: 130-142, 2010.

DOS SANTOS, P. M. C.; KOGA, V. L.; CYOIA, P. S. et al. Microbiologia para o ensino médio e técnico: contribuição da extensão ao ensino e aplicação da ciência. **Revista Conexão UEPG**, 9(2): 254-267, 2013.

DRĂGHICESCU, L. M.; PETRESCU, A.-M.; CRISTEA, G. C. et al. Application of problem-based learning strategy in science lessons—Examples of good practice. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, 149: 297-301, 2014.

DUARTE, F. T. B. e DA SILVA, R. R. A fermentação alcoólica como estratégia no ensino de transformação química no ensino médio, na modalidade EJA, em uma perspectiva interdisciplinar. **Metáfora Educacional**, (17): 3-21, 2015.

ELFERT, M. UNESCO, the Faure report, the Delors report, and the political utopia of lifelong learning. **European Journal of Education**, 50(1): 88-100, 2015.

ESPEY, M. Enhancing critical thinking using team-based learning. **Higher Education Research & Development**, 37(1): 15-29, 2018.

FÁRI, M. G. e KRALOVÁNSZKY, U. P. The founding father of biotechnology: Károly (Karl) Ereky. **International Journal of Horticultural Science**, 12(1): 9-12., 2006.

FARIA, M. L. D. H. **Transposição Didático-Pedagógica de Técnicas Biotecnológicas: Teorias E Práticas Para Sala De Aula**. 2015. 178 178 (PhD). TEIXEIRA, G. A. P. B. Programa de Pós-Graduação em Ciências e Biotecnologia, Universidade Federal Fluminense, Niterói

FARIAS, P. A. M. D.; MARTIN, A. L. D. A. R. e CRISTO, C. S. Aprendizagem ativa na educação em saúde: percurso histórico e aplicações. **Revista Brasileira de Educação Médica**, 39(1): 143-150, 2015.

FONSECA, V. B. e BOBROWSKI, V. L. Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos de Biologia. **Acta Scientiae**, 17(2): 2015.

FORDHAM, P. New reflections on an old crisis: a case study from the 1980s. **Studies in the Education of Adults**, 29(1): 51-67, 1997.

FORSYTH, M. **Uma breve história da bebedeira: Como, onde e por que a humanidade tomou umas da Idade da Pedra até hoje**. Companhia de Mesa, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança: um Reencontro Com a Pedagogia do Oprimido**. 26. São Paulo, SP: Paz & Terra, 2012.

GAGNE, R. M. Contributions of learning to human development. **Psychological review**, 75(3): 177, 1968.

GARCIA, J.; HANKINS, W. G. e RUSINIAK, K. W. Behavioral regulation of the milieu interne in man and rat. **Science**, 185(4154): 824-31, 1974.10.1126/science.185.4154.824

GARCIA, S. C.; RODRIGUES, R. T. J. e FERREIRA, J. C. B. **Geração de energia elétrica a partir do tratamento anaeróbico da vinhaça**. Em: ANDRADE, D. F. (Ed.). Tópicos em Administração. Belo Horizonte: Poisson, cap. Capítulo, v.34, 2020. 227 p.

GERAQUE, E. Startup develops yeast-based COVID-19 diagnostic test. Revista Pesquisa FAPESP. São Paulo, Brasil: FAPESP: 2020.

GLEASON, B. L.; PEETERS, M. J.; RESMAN-TARGOFF, B. H. et al. An active-learning strategies primer for achieving ability-based educational outcomes. **American journal of pharmaceutical education**, 75(9): 2011.

GONÇALVES, F. T.; RODRIGUES, J. M.; ACOSTA, M. A. M. et al. Uma proposta de experimentação investigativa no ensino de ciências: a produção de Levain. **I Simpósio Sul-Americano de Pesquisa em Ensino de Ciências**, (1): 2020.

GONÇALVES, P. M. M. **Os microrganismos no 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico: Abordagem curricular, conceções alternativas e propostas de atividades experimentais**. 2013. 461 PhD (PhD). LIMA, N. Instituto de Educação, , Universidade do Minho, Minho, Portugal.

GOSE, M. When Socratic Dialogue is Flagging: Questions and Strategies for Engaging Students. **College Teaching**, 57(1): 45-50, 2009.10.3200/CTCH.57.1.45-50

GUERRERO, J. M. e RAMOS, P. Mind mapping for reading and understanding scientific literature. **International Journal of Current Advanced Research**, 4(11): 485-487, 2015.

HAMADI, M.; EL-DEN, J.; AZAM, S. et al. Integrating social media as cooperative learning tool in higher education classrooms: An empirical study. **Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences**, 34(6): 3722-3731, 2022.

HARTMAN, T.; LYDON, S. J. e RASMUSSEN, A. Hunting for answers: Linking lectures with the real world using a mobile treasure hunt app. **Plants, People, Planet**, 1(3): 233-247, 2019.

HETO, P. P.-K.; ODARI, M. H. e SUNU, W. K. Different schools, different cultures. **Handbook on Promoting Social Justice in Education**: 583-608, 2020.

HOBSON, W. L.; HOFFMANN-LONGTIN, K.; LOUE, S. et al. Active learning on center stage: Theater as a tool for medical education. **MedEdPORTAL**, 15: 10801, 2019.

HONEY, M.; PEARSON, G. e SCHWEINGRUBER, H. A. **STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research**. National Academies Press Washington, DC, 2014.

HOWE, A. e JOHNSON, J. **Common Bonds: Storytelling in the Classroom**. Hodder & Stoughton, 1992. 97 p.

ILLERIS, K. **Contemporary theories of learning: learning theorists... in their own words**. Routledge, 2018.

JIČÍNSKÁ, L.; SEDLÁČKOVÁ, P.; KOLEK, L. et al. Extrinsically Integrated Instructional Quizzes in Learning Games: An Educational Disaster or Not? **Frontiers in Psychology**, 12: 678380, 2021.

JOHNSON, L. A. **Kick-Start Your Class: Academic Icebreakers to Engage Students**. Wiley, 2012.

JULIA, J.; AFRIANTI, N.; AHMED SOOMRO, K. et al. Flipped classroom educational model (2010-2019): A bibliometric study. **European Journal of Educational Research**, 9(4): 1377-1392, 2020.

KATZ, S. E. **A arte da fermentação**. Pioneira Editorial LTDA-Edições Tapioca, 2017.

KATZ, S. E. **Fermentação selvagem: Sabor, nutrição e prática dos alimentos de cultura viva**. São Paulo: SESI-SP, 2018.

KEMBER, D. e GOW, L. Orientations to teaching and their effect on the quality of student learning. **The Journal of Higher Education**: 58-74, 1994.

KILPATRICK, W. H. **Foundations of method: Informal talks on teaching**. Macmillan, 1925.

KNOLL, M. The project method: Its vocational education origin and international development. 1997.

KOHN, A. Grading The issue is not how but why. **Educational Leadership**, 52(2): 38-41, 1994.

KOLB, D. A. **Experiential Learning: Experiences as a source of learning and development**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.

KOLES, P. G.; STOLFI, A.; BORGES, N. J. et al. The impact of team-based learning on medical students' academic performance. **Academic Medicine**, 85(11): 1739-1745, 2010.

LAGE, M. J.; PLATT, G. J. e TREGLIA, M. Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. **The journal of economic education**, 31(1): 30-43, 2000.

LAGO, A.; MASIERO, S.; BRAMUZZO, S. et al. Exploring microbiology and biotechnologies: a laboratory approach to the study of yeasts and bacteria in primary school. **INTED2017 Proceedings**: 2017.

LEIGHTON, J. P. Students' interpretation of formative assessment feedback: Three claims for why we know so little about something so important. **Journal of Educational Measurement**, 56(4): 793-814, 2019.

LEITE, M. S. **Contribuições de Basil Bernstein e Yves Chevallard para a discussão do conhecimento escolar**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de educação, 2004.

LIN, C.-P.; YOUNG, S. S.-C. e HUNG, H.-C. The game-based constructive learning environment to increase English vocabulary acquisition: implementing a wireless crossword Fan-Tan game (WiCFG) as an example. Fifth IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technology in Education (wmute 2008): IEEE: 2008. 205-207 p.

LOHFINK, G. The Impact of a School-University Multicultural Read-Aloud Project on Pre-Service Teachers' Pedagogical Understandings. **School-University Partnerships**, 7(2): 34-47, 2014.

LUETMER, M. T.; CLOUD, B. A.; YODAS, J. W. et al. Simulating the multi-disciplinary care team approach: Enhancing student understanding of anatomy through an ultrasound-anchored interprofessional session. **Anatomical sciences education**, 11(1): 94-99, 2018.

MALMIA, W.; MAKATITA, S. H.; LISAHOLIT, S. et al. Problem-based learning as an effort to improve student learning outcomes. **Int. J. Sci. Technol. Res**, 8(9): 1140-1143, 2019.

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

MARTINS, R.; VEIGA-SANTOS, P. e CASTILHO, S. G. Fermentação divertida: introdução à ciência através de atividade culinária investigativa. **Coleção PROEX Digital (UNESP)**: 2014.

MATTOS, É. B. D. A.; GUIMARÃES, I. M.; GONÇALVES DA SILVA, A. et al. **Smart Device Clickers: Learning Basic Sciences and Biotechnology**. Em: HOLLAND, J. (Ed.). *Wearable Technology and Mobile Innovations for Next-Generation Education*. Hershey, PA, USA: IGI Global, cap. Capítulo, 2016. 295-320 p.

MATURANA, H. R. e POERKSEN, B. **From being to doing: The origins of the biology of cognition**. Carl-Auer Verlag, 2004.

MCCONNELL, B. *Science Study Aids 7: Fermentation-Activities of a Fabulous Fungus*. 1978.

MEC. Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em Leitura, Matemática e Ciências no Brasil. BÁSICA, E. Brasília: Ministério da Educação: 2019.

MENDES, L.; UBALDO, J. C. S. R. e MACHADOTROMBETE, F. Projeto bioquímica do pão: Interdisciplinaridade da panificação no Ensino Médio. **Extensão Tecnológica: Revista de Extensão do Instituto Federal Catarinense**, 7(14): 86-95, 2020.

MEUSSDOERFFER, F. **A comprehensive history of beer brewing**. Em: EßLINGER, H. M. O. (Ed.). *Handbook of Brewing: process, technology, markets*: Weinheim: Verlag GmbH & Co, cap. Capítulo, 2009.p.

MEZIRROW, J. **Learning as Transformation: Critical Perspectives on a Theory in Progress**. The Jossey-Bass Higher and Adult Education Series. ERIC, 2000.

MICHAEL, J. A. Mental models and meaningful learning. **Journal of veterinary medical education**, 31(1): 1-5, 2004.

MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B. e FINK, L. D. Team-based learning: A transformative use of small groups in college teaching. 2004.

MICHAELSEN, L. K. e SWEET, M. The essential elements of team-based learning. **New Directions for Teaching and Learning**, 2008(116): 7-27, 2008.10.1002/tl.330

MISHRA, P. e KOEHLER, M. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers college record**, 108(6): 1017-1054, 2006.

MORIGI, V. J. e MASSONI, L. F. H. Memória em festa: a Oktoberfest na construção da etnicidade alemã. **Ferreira, Júlio César Valente (Organizador). Biblioteconomia e discurso. São Paulo: Pimenta Cultural, 2020. 183p. p. 32-47: 2020.**

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em ensino de ciências**, 1(1): 20-39, 2016.

NABHAN, G. P. **Why Some Like It Hot: Food, Genes, and Cultural Diversity**. Island Press, 2004. 244 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Applications of biotechnology in traditional fermented foods**. National Academies Press, 1992.

NOVAK, J. D. Concept maps and Vee diagrams: Two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. **Instructional science**, 19: 29-52, 1990.

OLIVEIRA, A. I. D.; MESQUITA, E. C.; SILVA, L. A. S. et al. O uso da experimentação nas séries iniciais do ensino médio para abordagem de conteúdos químicos. **Ciclo Revista (ISSN 2526-8082)**: 2016.

PIAGET, J. The Origins of Intelligence in Children New York: Int: Univ. Press: 1952.

PIMENTA, L. B.; RODRIGUES, J. K. L. A.; SENA, M. D. D. et al. A história e o processo da produção da cerveja: uma revisão. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, 37(3): 26715, 2020.

POLIDORO, L. D. F. e STIGAR, R. A transposição didática: a passagem do saber científico para o saber escolar. **Ciberteologia–Revista de teologia & Cultura**, (27): 2010.

PREMKUMAR, K. e COUPAL, C. Rules of engagement–12 tips for successful use of “clickers” in the classroom. **Medical teacher**, 30(2): 146-149, 2008.

PRENSKY, M. Digital game-based learning. **Computers in Entertainment (CIE)**, 1(1): 21-21, 2003.

RAHMAWATI, E. The Effect of Brainstorming Technique as a Pre-Writing Activity on the Students' Achievement in Writing Descriptive Text. **Journal Corner of Education, Linguistics, and Literature**, 2(1): 38-43, 2022.10.54012/jcell.v2i1.53

RHODES, K. A. Engaging Students Through Class Discussion: “Two Truths and a Lie”. **Nurse Educator**, 47(4): 240, 2022.

ROCHA FILHO, J. A. e VITOLO, M. **Guia para Aulas Práticas de Biotecnologia de Enzimas e Fermentação**. 2017.

RODRIGUES, G. Z.; DA CUNHA, L. T. e ALMEIDA, G. R. R. Desenvolvimento e validação da fermentação controlada de frutos do café no pós-colheita em diferentes tempos. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**, 2(1): 45-52, 2020.

ROGERS, C. R. Significant learning in therapy and in education. **Educational leadership**, 16(4): 232-242, 1959.

ROTBAIN, Y.; MARBACH-AD, G. e STAVY, R. Effect of bead and illustrations models on high school students' achievement in molecular genetics. **Journal of Research in Science Teaching**, 43(5): 500-529, 2006.10.1002/tea.20144

ROTGANS, J. I.; SCHMIDT, H. G.; RAJALINGAM, P. et al. How cognitive engagement fluctuates during a team-based learning session and how it predicts academic achievement. **Advances in Health Sciences Education**, 23(2): 339-351, 2018.

SAGAN, C. **The Demon-Haunted World: Science as a Candle in the Dark**. New York: Ballantine Books; Reprint edição, 1996. 482 p.

SAGRILLO, F. S.; DIAS, F. R. F.; TOLENTINO, N. M. C. et al. **Processos produtivos em biotecnologia**. 1. São José dos Campos: Editora Érica, 2015. 120 p.

SALVATORI, T. Modelagem caixa-preta de biorreatores em modo descontínuo utilizando modelos polinomiais do tipo NAR e NARMA. 2016.

SCHWAN, R. F.; RAMOS, C.; SANTOS, C. et al. **Bebidas indígenas alcoólicas**. Em: VENTURINI FILHO, W. G. (Ed.). **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. 2a: Editora Edgard Blücher Ltda, cap. Capítulo, v.1, 2016. 25-38 p.

SEPINI, R. P.; ALONSO, Á. V. e MACIEL, M. D. Análise das mudanças de concepções atitudinais identificados nos estudantes a partir de uma sequência didática com enfoque na natureza da ciência e da tecnologia. **Revista Interações**, 11(34): 2015.

SERVANT-MIKLOS, V. F. C. Fifty Years on: A Retrospective on the World's First Problem-based Learning Programme at McMaster University Medical School. **Health Professions Education**, 5(1): 3-12, 2019.<https://doi.org/10.1016/j.hpe.2018.04.002>

SGAMBATO, F.; PROZZO, S.; SGAMBATO, E. et al. Il centenario del pH (1909-2009). Ma in medicina, e' proprio indispensabile utilizzarei logaritmi negativi per misurare gli idrogenioni? Parte I. **Italian Journal of Medicine**, 5: 147-155, 2011.10.1016/j.itjm.2011.02.009

SHAHSAVAR, Z.; HOON, T. B.; THAI, Y. N. et al. Promoting tertiary level students' critical thinking through the use of socratic questioning on the blog. **Pertanika Journal of Social Science & Human**, 21: 57-70, 2013.

SHUTE, V. J. e KE, F. **Games, learning, and assessment**. Em: (Ed.). Assessment in game-based learning: Springer, cap. Capítulo, 2012. 43-58 p.

SLAVICH, G. M. e ZIMBARDO, P. G. Transformational teaching: Theoretical underpinnings, basic principles, and core methods. **Educational psychology review**, 24(4): 569-608, 2012.

SOROKO, N. e MYKHAILENKO, L. Teachers' Digital Competence Development as an Important Factor for the Creation and Support of the Steam-Based Educational Environment. **Studies in comparative education**, 2(38): 47-58, 2019.

SÜMEN, Ö. Ö. e ÇALISICI, H. Pre-Service Teachers' Mind Maps and Opinions on STEM Education Implemented in an Environmental Literacy Course. **Educational sciences: Theory and practice**, 16(2): 459-476, 2016.

SUNG, H.-Y. e HWANG, G.-J. A collaborative game-based learning approach to improving students' learning performance in science courses. **Computers & education**, 63: 43-51, 2013.

SWANSON, E.; MCCULLEY, L. V.; OSMAN, D. J. et al. The effect of team-based learning on content knowledge: A meta-analysis. **Active Learning in Higher Education**, 20(1): 39-50, 2019.

TEE, T. K.; AZMAN, M. N. A.; MOHAMED, S. et al. Buzan mind mapping: An efficient technique for note-taking. **International Journal of Psychological and Behavioral Sciences**, 8(1): 28-31, 2014.

TEIXEIRA, G.; PASCHOAL, P. O.; DE OLIVEIRA, V. L. et al. Diet selection in immunologically manipulated mice. **Immunobiology**, 213(1): 1-12, 2008.

TEIXEIRA, G. A. P. B. Colaborative learning through peer reviews. PAOLIELLO, A. L.: 2023.

URHAHNE, D. e WIJNIA, L. Theories of Motivation in Education: an Integrative Framework. **Educational Psychology Review**, 35(2): 45, 2023.10.1007/s10648-023-09767-9

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. Editora blucher, 2018.

WENDEROTH, N. e WEIGELT, M. Visual cues influence motor coordination: Behavioral results and potential neural mechanisms mediating perception–action coupling and response selection. **Progress in brain research**, 174: 179-188, 2009.

YILDIRIM YAKAR, Z. University students' online cooperative learning attitudes and its relationship with course achievement. **Journal of Educational Technology and Online Learning**, 5(3): 500-518, 2022.10.31681/jetol.1055170

YOU, H. S. **Toward interdisciplinary science learning: Development of an assessment for interdisciplinary understanding of 'carbon cycling'**. 2016.

YU, M. V. B.; JOHNSON, H. E.; DEUTSCH, N. L. et al. "She calls me by my last name": Exploring adolescent perceptions of positive teacher-student relationships. **Journal of Adolescent Research**, 33(3): 332-362, 2018.

YUEKMING, H. e MANAF, L. A. Assessing Learning Outcomes through Students' Reflective Thinking. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 152: 973-977, 2014.10.1016/j.sbspro.2014.09.352

YUSUF, F. e HASAN, A. Learning tool development of guided inquiry based to reduce of student's mistake in resolving question on cell division concept. **Journal of Physics: Conference Series: IOP Publishing**. 1321: 2019. 032086 p.

ZAMANI, P.; HAGHIGHI, S. B. e RAVANBAKHS, M. The use of crossword puzzles as an educational tool. **Journal of Advances in Medical Education & Professionalism**, 9(2): 102, 2021.